



Bartha Béla

BAZELE PLANORISMULUI

Editura Dacia

BARTHA BÉLA

BAZELE PLANORISMULUI

În românește de Petre Șaitiș și Lutsch Ștefan

**EDITURA DACIA
CLUJ-NAPOCA 1979**

INTRODUCERE

În copilărie, asemenea tuturor copiilor, m-am ocupat cu realizarea zmeelor și aeromodelelor. Mai târziu, dăruindu-mă acestei pasiuni, atenția mea s-a îndreptat asupra planorismului, cu gândul și intenția de a-l cunoaște, de a-mi însuși toate tainele lui încă necunoscute mie.

Am practicat planorismului mai bine de 40 de ani și în acest timp am executat 2500 zboruri, care totalizează o durată în zbor de 1100 ore, cu 45 tipuri de plane.

În zborul fără motor — cum i se mai spune — domeniul meu preferat a fost și este instruirea celor care vor să devină planoriști. Această muncă de instruire are un rol hotărâtor în formarea tineretului dornic să cunoască tainele văzduhului.

Planorismul prin posibilitățile lui multiple ajută la educarea tineretului, pregătindu-i din punct de vedere fizic și psihic. Pentru tinerii patriei noastre, planorismul mai înseamnă și o pregătire prețioasă pentru zborul cu motor. Practica de pînă acum a demonstrat cît se poate de clar că tinerii planoriști trecînd în școlile de zbor cu motor au dovedit aptitudini deosebite.

Această lucrare tratează elementele de bază ale planorismului și este dedicată celor care iubesc

această ramură splendidă a aviației — planorismul.
Totodată dedic această carte planorismului clu-
jean, care a aniversat împlinirea a 40 de ani (1938
ian. 23 — 1978 ian. 23) de activitate.

BARTHA BÉLA

ISTORIA PLANORISMULUI

În om trăiește de milenii dorința ca, asemenea păsărilor, să se ridice de la pământ. Acest vis milenar, legat de zbor, se întâlnește în mitologia fiecărei epoci istorice, precum și în legendele transmise oral, din generație în generație.

De la eroul legendei lui Icar pînă la croitorul din Ulm, au existat numeroși temerari care și-au fixat de brațe aparate ce semănau, de bine de rău, cu aripile păsărilor și prin acțiunea mușchilor, căutînd să imite bătaia aripilor, încercau să se desprindă de sol.

Cel mai cunoscut dintre aceste mituri este cel al lui Dedal și Icar. Dedal era un meșteșugar din Atena, care a intrat în serviciul regelui din Creta. Cum regele n-a vrut să permită iscusitului meșter și fiului său Icar întoarcerea acasă după ce a trecut perioada învoielii, Dedal a confecționat aripi din pene, pentru amîndoi, pe care le-a lipit cu ceară. Zburînd cu ele, au scăpat din captivitate. Tînărul Icar, în timpul zborului deasupra mării, s-a ridicat prea sus și, conform legendei, căldura soarelui a topit ceara, aripile s-au desprins și el s-a prăbușit. Astfel a apărut primul martir al zborului, e adevărat un martir legendar. Tatăl său, Dedal, a zburat nevătămat cei circa 150 de km pînă la Atena. Naivitatea mi-

tului e demonstrată elocvent de binecunoscutul fenomen meteorologic după care, cu cât ne ridicăm mai sus, temperatura aerului scade și nu crește; această lege era valabilă și pe timpul lui Icar.

Prima încercare reală de zbor a avut loc în Roma antică. Un oarecare Simon a sărit de pe zidul uriașului Colosseum cu aripile pe care și le-a fixat de brațe. Mulțimea curioșilor, adunată pentru a vedea spectacolul, a distrus înaintea zborului, în bună parte, penele aripii sale artificiale. Dar Simon, avînd în spate soldații împăratului, a fost obligat să încerce zborul. Pe jumătate sărind, pe jumătate prăbușindu-se, temerarul a căzut la picioarele crudului Nero și a însîngerat nisipul arenei.

Cazul lui Dominic Dufort, vîslaș la galere osîndit la moarte, este primul și unul din foarte rarele cazuri cînd zborul a redat vieții un om. Faptul s-a petrecut la 29 septembrie 1777, în Port Louis din Bretagne. Un iscusit, al cărui nume nu ni s-a păstrat, a confecționat un aparat pentru zbor. În vederea încercării aparatului a fost ales un ocnaș, cu condiția ca, în cazul în care, după experiment, rămîne în viață, să fie grațiat. După mărturia cronicii: „În urma fixării aripilor, omul, care tremura de groază, a fost aruncat de pe acoperișul închisorii. Norocosul Icar, în mijlocul uralelor mulțimii și a răcnetelor sale de groază, a ajuns nevătămat pe pămînt și a fost grațiat“.

După o veche însemnare chineză, cu circa 1000 de ani înaintea erei noastre, un conducător de oști chinez a pus să i se confecționeze un zmeu uriaș

și, ridicându-se cu el, a examinat pozițiile dușmane. Dacă acest fapt e real, el a fost primul om care a zburat. Un alt izvor, datînd din anul 300 î.e.n., relatează că un alt comandant de oști a scăpat de pe un vîrf de munte, înconjurat de dușman, făcîndu-și aripi cu care a planat deasupra acestuia. Dacă faptul e adevărat, el a fost primul planorist de pe pămînt.

Desigur lucrurile n-au mers chiar atît de simplu. Era încă necunoscută „comportarea” aerului, nu știau să calculeze forma și dimensiunile aripilor. Acești entuziaști, dar ignoranți precursori ai aviației, își construiau prea mici aparatele lor primitive, astfel încît, chiar dacă forma ar fi fost cea potrivită, ele n-ar fi putut să ridice greutatea unui om, după cum nici un porumbel nu s-ar putea înălța în aer cu aripi de vrabie.

Aceste încercări temerare, dar care azi par naïvități, nu pot fi considerate drept adevărate începuturi ale planorismului. E drept că aparatele de zbor nu erau înzestrate cu motoare mecanice; ele imitau aripile păsărilor, totuși posibilitatea ridicării în aer era bazată teoretic, pe o forță motrice, anume forța mușchilor omului. În afară de imperfecțiunile de construcție, aceasta a fost o altă cauză care a determinat, timp de secole, insuccesul acestor „încercări de aripi”.

A zbura cu ajutorul forței umane este dificil chiar și în condițiile actualei tehnici de zbor deosebit de evolute; experimentatorii au obținut rezultate minime chiar în cazul unor aparate cu greuta-

tea extrem de redusă. Se știe că atunci când cineva vrea să efectueze cu un aparat pus în mișcare de forța propriilor săi mușchi, un zbor doar orizontal, el trebuie să presteze, în timpul întregului zbor, o muncă egală cu aceea a cuiva care urcă de la un etaj la altul în fugă, cu un sac de 75 kg în spate în timp de 3 secunde.

Dacă omenirea ar fi cunoscut această lege atunci problema zborului s-ar fi clarificat mai repede. Datorită cunoștințelor noastre actuale, știm că un planor, care să funcționeze destul de bine și de sigur, s-ar fi putut construi și cu mijloacele ce au stat la dispoziție și în epocile vechi.

În antichitate și în evul mediu, când tehnica era abia la începuturile ei, preocuparea omului pentru zbor nu putea depăși epoca. În această vreme se remarcă, drept apostol al aviației, doar geniul universal, inginerul și artistul multilateral al Renașterii italiene, Leonardo da Vinci, care poate fi considerat, pe drept cuvânt, primul reprezentant al științei aviației. Deși, practic vorbind, Leonardo n-a zburat, totuși studiile și schițele care ni s-au păstrat de la el dovedesc că avea temeinice cunoștințe de teoria curenților și a comprensibilității aerului, despre elice, helicoptere, parașută și forța de sustentare.

Măreția lui Leonardo da Vinci se vedește îndeosebi prin faptul că el n-a văzut ca unică posibilitate de realizare a zborului numai aparatele bazate pe bătaia aripilor care imitau păsările, ci și-a dat seama și de marile posibilități oferite de construirea unor aripi rigide sau rotative.

Deseori stătea ore întregi pe coastele line ale lui Monte Ceceri urmărind vulturii care, ridicându-se de pe coasta dealului în contra vîntului, planau, minute în şir, cu aripile nemişcate în curentul de aer ce se îndrepta în sus, adică în curenţi ascendenţi de pante. Pe versoul cărţii sale, intitulată „Zborul păsărilor“, Leonardo a scris, în 14 martie 1505, următoarele cuvinte: „De pe coama dealului îşi va lua zborul marea pasăre, umplînd imensitatea, lumea, cu renumele său şi locul unde s-a născut va avea o glorie veşnică“.

Cuvintele sale, care conţineau o promisiune atît de mare, s-au dovedit a fi totuşi o profeţie neîmplinită. Leonardo voia mult, dar viaţa a împins, treptat, problema aviaţiei pe un plan secundar.

De-abia după multe strădanii, după aproape patru secole, a ajuns omenirea, de la visele lui Leonardo, la realizarea practică a lui Lilienthal. Otto Lilienthal, inginer german, a efectuat primele zboruri cu planoare în munţii de la Rhinow în 1891, cu aparate primitive, avînd un monoplan cu aripi rigide care semănau cu nişte libelule uriaşe. Planoarele nu dispuneau încă de suprafeţe de comandă, ele erau pilotate prin modificarea centrului de greutate obţinută prin mutarea poziţiei corpului şi picioarelor experimentatorului.

Între 1891—1896, Lilienthal a efectuat 2000 de zboruri, dintre care cea mai lungă planare a fost de 400 de metri. Ceea ce este însă poate şi mai important, este faptul că a pus bazele legilor pilotării aparatelor de zbor, a producerii portanţei pe ari-

pă, precum și construirea diagramei polare, care, dealtfel, îi și poartă numele, adică reprezentarea grafică a relației dintre forța de portanță și rezistență la înaintare în funcție de unghiul de incidență, diagramă care se utilizează și astăzi în calcularea și construirea aparatelor de zbor. În 1896 a împărțit și el soarta pionerilor: din cauza unei defecțiuni tehnice neidentificate sau poate datorită unei stări organice necorespunzătoare zborului, Lilienthal s-a prăbușit de la înălțimea de 15 metri și a murit. „E nevoie de sacrificii” — ar fi fost ultimele sale cuvinte.

Pe urmele lui au pășit, în 1900, americanul Chaute Langley și frații Wright, tot cu planoare avînd aripi rigide. Frații Wright au efectuat mii de decolări lîngă Kitty Hawk, pe litoral. Ulterior, ei au instalat în aparatul lor un motor, și în ziua de 17 decembrie 1903 au zburat cu el pe o distanță de 260 metri. A fost primul caz în care omul s-a ridicat de la pămînt cu un avion în formă de zmeu, înzestrat cu un motor cu elice, care funcționa pe bază de benzină. Pe lîngă rezultatele lor epocale în domeniul zborului cu motor, frații Wright au continuat și experimentele de zbor fără motor și, în 24 octombrie 1911, Wilbur Wright a obținut, pe dunele litoralului, în curenți ascendenți de pantă o performanță de durată a zborului de 9 minute și 45 secunde — cu mult deasupra înălțimii de start. A fost primul zbor plutit pe un aparat fără motor. Acest zbor a constituit de fapt primul examen neoficial

„C“, atunci cînd oamenii nici nu visau încă dezvoltarea de mare anvergură luată ulterior de planorism.

Dintre pionierii zborului fără motor, din țara noastră, trebuie neapărat amintit numele inginerului Petre Andrianov, care a efectuat primele sale zboruri fără motor lângă Galați, în 1908, cu un aparat construit de el. Din păcate, lipsit de sprijin material, acest pionier talentat a trebuit să-și înceteze activitatea.

Pe drumul deschis de Andrianov a mers mai departe Aurel Vlaicu. El s-a născut în noiembrie 1882, în comuna Bințiți, lângă Deva (comuna îi poartă azi numele). După terminarea studiilor efectuate la Politehnicele din Budapesta și München, în timpul cărora el s-a preocupat de problemele aviației, s-a întors acasă și a început o muncă fructuoasă de pionierat în vederea creării aviației românești. În 1909, în apropierea satului natal, a efectuat mai multe zboruri cu aparatul său fără motor.

Tot în acest timp, în primul deceniu al secolului nostru, pe cînd Petre Andrianov efectua primele sale zboruri, iar Aurel Vlaicu revenea din străinătate ca să slujească cauza aviației, la Craiova, elevul gimnaziului de acolo, Ion Romanescu, în vîrstă de numai 15 ani, sub îndrumarea inginerului Henri August, și-a construit un planor fără motor, cu care a efectuat zboruri încununate de succes. (Inginerul Henri August a fost una din personalitățile cele mai proeminente din rîndul pionierilor aviației românești.)

În 1911, Romanescu, la vîrsta de 16 ani, a efectuat zboruri în apropiere de Eforie Sud cu un aparat proiectat de el, iar apoi, în 1912, s-a dus la Iași pentru continuarea studiilor. Aici și-a construit cel de-al treilea planor, prin muncă colectivă, cu sprijinul colegilor săi de clasă: Gheorghe Costache, Dumitru Ghiga, Nicolae Tăbuș și Horia Hulubei. Cariera sa a fost curmată de izbucnirea primului război mondial. A murit eroic ca aviator militar, subofițer al aviației franceze.

În 1909, mecanicul brăilean Ștefan Alămura a construit un planor biplan cu care a efectuat cîteva decolări. Ernest Grünbaum, de asemenea din Brăila, a zburat cu un planor construit de el, fiind remorcat de un automobil.

În 1912, la Bîrlad, într-un mic atelier gimnazial, elevul Gheorghe S. Popoiu, cu ajutorul colegilor săi și pe baza desenelor dintr-o revistă procurată de la Paris, și-a construit un planor, care a fost terminat în iarna aceluiași an. El a efectuat primul zbor în țara noastră în timpul iernii. După moartea lui Aurel Vlaicu, Gheorghe S. Popoiu a continuat experiențele întrerupte ale marelui înaintaș; a proiectat și un aparat cu motor, dar, lipsindu-i fondurile necesare, nu și-a putut cumpăra un motor, fiind astfel nevoit să-și întrerupă experimentele.

Primul planorist român, distins cu „C”-ul de aur, Gheorghe Cucu, în cartea sa *Istoricul zborului fără motor în România*, publicată în 1972, oferă o prezentare amănunțită a istoriei planorismului românesc și a dezvoltării acestuia pînă la data apariției cărții.

Avionul n-a fost inventat de o singură persoană. A luat naștere treptat, piesă de piesă, aviația „adevărată” fiind rodul unei munci îndelungate și a unor sacrificii. Ca realizatori practici ai zborului trebuie considerați, însă, Lilienthal (1891), frații Wright (1902), precum și Traian Vuia (1906). Traian Vuia a fost primul care s-a ridicat de la pământ cu aparatul proiectat și construit de el în Franța, folosind doar mijloacele proprii de bord, fără vreun ajutor extern. (Frații Wright foloseau, între 1903—1908, un sistem complicat de catapultare în vederea lansării și înălțării aparatului lor de zbor.) Ludwig Prandtl și N. J. Juchovschi au pus însă bazele aerodinamicii moderne.

Sînt puțini cei care cunosc faptul că pilotarea avioanelor actuale se datorește profesorului de matematică-fizică a Universității clujene, Martin Lajos, care a scris și o carte despre problemele zborului. Alături de studiul naturii zborului păsărilor, el a construit și un aparat de zbor numit „roată zburătoare”, într-un mod cu totul original. După mărturia celor prezenți, la 30 august 1896, în cursul unui experiment, aparatul s-a înălțat 2—3 metri.

DEZVOLTAREA PLANORISMULUI

La începuturile sale, planorismul era doar un zbor planat. Planoriștii au zburat cu aparate construite din baghete de lemn și placaj împînzite, ca-

re erau foarte fragile și rudimentare. Planoriștii căutau dealuri cu pante line și efectuau de pe vîrfurile lor planări de cîteva secunde. Aceste prime aparate fără motor, adică planoare, aveau numai aripi și ampenajul, fuselajul care unește aripile planoarelor moderne, era făcut dintr-o baghetă sau țeavă, iar pilotul lua loc în deschizătura de la mijlocul aripiilor. Aparatul nu avea trenul de aterizare. Pilotul își lua avînt cu picioarele și se ridica în aer contra vîntului, pentru ca după o planare de cîteva secunde să aterizeze în același mod. Pilotarea acestor aparate se făcea, așa cum am mai amintit, în cazul zborurilor lui Lilienthal, prin modificarea centrului de greutate prin schimbarea poziției corpului și picioarelor. Cel mai bun rezultat obținut cu un astfel de aparat a fost un zbor de 2—3 minute.

Confecționarea unui scaun pentru pilot și apoi înzestrarea aparatului cu suprafețe de comandă (avionul fraților Wright) a reprezentat un progres remarcabil. Aceste aparate erau capabile de planări mai îndelungate. Durata zborului depindea încă, în primul rînd, de înălțimea dealului.

În curînd s-a constatat că, dacă vîntul suflă perpendicular pe linia pantei, aerul se ridică în fața acesteia și curentul de ascendență se poate folosi pentru a cîștiga înălțimea. În urma acestei constatări a început epoca zborului plutit în pantă. În toate părțile lumii s-au intensificat preocupările pentru zborul fără motor și, în unele țări, anumite regiuni muntoase au devenit centre preferate de aviatori. În Uniunea Sovietică — muntele Clemen-

tiev din Peninsula Crimeea; în Germania — culmea Wasserkuppe din Munții Rhön, în America — dealurile Elmira au fost astfel de centre ale planorismului. În Germania, inginerul Oskar Ursinus a desfășurat o uriașă muncă de propagandă în interesul aviației și, drept urmare, cercetători în aerodinamică, constructorii de avioane, asociații universitare au construit planoare de performanță, iar meteorologii, în frunte cu profesorul Georgii, renumit în întreaga lume, au deschis noi căi pentru planoriști în împărăția aerului.

De acum înainte planorismul se dezvoltă în mod vertiginos. În 1922, zborurile lui Martens și Hentzen, de circa o oră, au stîrnit vîlvă.

O nouă epocă s-a deschis în istoria planorismului cînd primul aviator s-a desprins de pantă și și-a dat seama că găsește și sub nori curenți ascendenți termici. Meteorologii au fost cei care au contribuit la această descoperire. S-a inaugurat epoca zborurilor termice și au devenit posibile zborurile de distanță.

A urmat elaborarea unor trepte în aviație care, în primul rînd, să stimuleze aviatorii la obținerea unor noi performanțe, iar în al doilea rînd să stabilească o anume ierarhie în tabăra tot mai numeroasă a planoriștilor. Astfel au luat naștere examenele „A“, „B“, „C“, în vigoare încă și azi în unele țări, introduse pentru prima dată de către nemți. Tot mai mulți planoriști dispuneau de insigne cu forma caracteristică rotundă, pe care numărul pes-

cărușilor albi, zburînd într-un câmp albastru, indica gradul examenului.

Examenul „C” cu trei pescăruși, după absolvirea căruia pilotul obținea și brevetul de pilot internațional, era în această perioadă — anii '30 — o probă deosebit de serioasă. Pilotul trebuia să zboare deasupra pantei în zbor plutit (în curenți ascendenți de pantă) cel puțin 5 minute (la o înălțime situată deasupra locului de start).

În 1930, datorită dezvoltării în ritm rapid a zborurilor de performanță, conferința internațională „ISTUS” (Comitetul Internațional pentru studiul planorismului) a introdus insigna de performanță „C”-ul de argint, cu numele său popular „cununa de argint”, iar în 1937, „C”-ul de aur care reclama performanțe și mai mari.

Condiția obținerii „C”-ului de argint este un zbor cu o durată de cel puțin 5 ore, executat pe un anumit loc, pe o distanță de cel puțin 50 de km și cu un câștig de înălțime de minimum 1000 m.

„C”-ul de aur poate fi obținut de către piloții planoriști posesori ai insignei de argint, dar ei trebuie să realizeze un zbor de distanță liberă de minim 300 km — și cu un câștig de înălțime de 3000 m.

Federația Aeronautică Internațională (FAI), cu sediul în Franța, a introdus treapta care constituie cea mai înaltă performanță actuală: „C”-ul de aur cu trei diamante. Condițiile obținerii „C”-ului de aur cu diamante sînt: un zbor pe o distanță de minimum 500 km, un zbor de distanță cu țel fix de minimum 300 km și obținerea unui câștig de înăl-

time de 5000 m (fiecare condiție aducînd cîte un diamant).

Pentru obținerea acestei insigne nu este o condiție prealabilă deținerea „C”-ului de aur, iar cei 300 km zbor de distanță cu țel fix nu mai sînt necesari dacă, pe lîngă altitudinea de 5000 m, zborul de distanță de 500 km se consideră ca țel fix.

„C”-ul de aur cu diamante intră în evidența F.A.I., iar „C”-ul de aur și de argint în evidența cluburilor aviatice naționale ale țărilor respective, care, anual, înaintează un raport despre acestea către FAI.

Distanța de 100 km a fost acoperită în zbor pentru prima dată de austriacul Kromfeld. Este semnificativ pentru dezvoltarea planorismului faptul că din 1925, de la depășirea primului km pînă la atingerea distanței de zbor de 500 km, au fost necesari doar 11 ani.

Primul concurs olimpic de planorism a fost organizat în august 1936 la Berlin. Inginerul mecanic Rotter Lajos, remarcabil planorist maghiar, la 12 august 1936 a zburat de la Berlin la Kiel (pe malul Mării Orientale), cu un obiectiv prestabilit, folosind un aparat proiectat de el numit „Nemere”.

Distanța parcursă de Rotter a fost de 336 km și zborul a durat 4 ore și 5 minute. Rezultatul său a fost înregistrat de FAI drept record mondial de zbor la distanță cu țel fix.

În țara noastră, după înființarea cluburilor aviatice de la Brașov, Sibiu, București, Timișoara și Petroșani, în 1935 a luat naștere și la Cluj cercul planoriștilor.

Planorismul de la noi își are începuturile la Brașov. Aici a luat naștere, în 14 iunie 1932, clubul aviatic cu sprijinul fabricii de avioane IAR și sub conducerea ofițerului de aviație Andrei Popovici (din conducerea fabricii) și a comandantului de aeroport Vladimir Timașenco.

În țara noastră, primul miting aviatic cu planoare a fost organizat tot la Brașov, cu participarea excelenților planoriști Dumitru Barbieri și Hubert Clompe.

Din însărcinarea clubului aviatic brașovean, Hubert Clompe și Valentin Popescu au început, în 1935, pe aeroportul fabricii IAR, prima instruire a unui mic grup entuziast. Ulterior, din rîndul acestora s-au ridicat acei excelenți piloți și instructori ca Nicolae Blebea, Eugen Cernescu, Vasile Scorțea, Hye György, Cîndea Nicolae, Cucu Gheorghe, Petre Crăiniceanu și mulți alții care au înălțat sportul planorismului din România la un nivel superior.

Primii conducători ai cercului clujean de planorism au fost dr. Ovidiu Apostol, general medic, președinte de onoare; Lörinczy Zoltan, profesor de educație fizică, președintele neobosit al cercului; Hye György, inginer mecanic, conducător tehnic și instructor, care a avut un rol decisiv în construirea primului planor la Cluj; dr. Tulogdy János, profesor universitar, entuziastul conferențiar al cercului; Szöcs Francisc student, precum și Bartha Béla, tehnician radiolog, casier și ulterior instructor al cercului.

În februarie 1936, după o expoziție reușită de aeromodele, cercul a hotărât, ca, sub conducerea lui Hye György, să înceapă construirea unui planor de antrenament. După procurarea desenelor și instrucțiunilor de specialitate, membrii cercului au pornit la lucru. Din cauza condițiilor materiale precare, construcția aparatului s-a putut termina abia în decembrie 1937. Chetuielile au fost acoperite prin cotizații, contribuții și vânzări de aeromodele etc. Construirea aparatului a necesitat 3500 ore de lucru.

Cincisprezece tineri entuziaști (merită să le amintim numele: Árkossy László, Bálint Dezső, Bartha Béla, Beredeczky István, Gyergyai Árpád jun., Gyergyai Ferenc, Nagy Aladár, Péter Gusztáv, Gyurka Béla sen., Jánosi Béla, Szöcs Ferenc, Tarcsafalvi Gyula, Illyés Sándor, Xántus János și Lörinczy Géza) timp de doi ani au folosit timpul lor liber pentru construirea primului planor al Clujului. Străduința lor a fost încununată de succes: nici dintr-o fabrică n-ar fi putut ieși un aparat mai frumos și mai perfect ca și cel rezultat din sala de lucru a cercului aviatic.

Între timp, Hye György a plecat în Germania și în cadrul școlii aviatice de la Grunau a obținut brevetul internațional „C”, iar, după întoarcerea sa în țară, obține la Brașov, în cadrul primului curs pentru instructori, certificatul de instructor de zbor fără motor. Planorul construit de membrii cercului aviatic, numit „Hol's der Teufel” (Să-l ia dracul!), a executat cu succes primul zbor planat de pe dea-

lul, respectiv terasa nordică a dealului Gîrboului, din hotarul comunei Florești, la 23 ianuarie 1938, pilotat de instructorul Hye György. Au mai zburat cu acest aparat Gyergyai Árpád jun., Szöcs Ferenc și alții.

Membrii cercului au executat zborurile ulterioare de pe Dealul Dezmirului (în apropiere de Someșeni), dar, din păcate, în vara lui 1938, în cursul unui zbor, aparatul a fost avariat și avaria (ruptura) era de o asemenea natură, încît reparația n-a fost autorizată de oficialitățile competente.

În toamna lui 1938, Federația Aeronautică Română a trimis la Cluj pe inginerul Șulariu, delegatul asociației CFR din București, ca împreună cu Ilie Moraru să înființeze secția de zbor CFR de la Cluj. Inginerul Șulariu a fost sprijinit în munca sa de instructorii Teodor Cornișeanu și Hye György. S-au primit planoare de școală de la București și astfel activitatea aviatică a continuat la Dezmir cu un sprijin material mult mai substanțial și în condiții mult mai bune.

Dezvoltarea planorismului în țara noastră a început cu un mic decalaj în timp față de străinătate, dar rezultatele obținute îndreptățesc o justificată satisfacție și mîndrie. Planoriștii români au participat cu succes la foarte multe concursuri internaționale și au obținut performanțe frumoase, folosind aparate de construcție proprie.

Neapărat trebuie să amintesc numele acelor planoriști care, prin performanțele lor excepționale, au adus glorie patriei noastre, atît în concursurile

din țară, cît și în cele internaționale: inginerul de aviație Mircea Finescu, maestru emerit al sportului (București), deținător al „C”-ului de aur cu trei diamante; Nicolae Mihăiță (București), tehnician, maestru al sportului, pilot deținător al „C”-ului de aur cu trei diamante; Viorel Cizmaș (Pitești), instructor, maestru al sportului, pilot deținător al „C”-ului de aur cu două diamante; Petru Zenovei (Iași), meteorolog, maestru al sportului, pilot cu „C”-ul de aur și un diamant; Józsa Sándor, fost comandant al școlii de aviație din Tîrgu Mureș (a murit în timpul zborului în 1971), maestru al sportului, pilot deținător al „C”-ului de aur cu un diamant; Mihai Bîndea (București), tehnician, maestru al sportului, pilot deținător al „C”-ului de aur cu un diamant; Nagy Zoltán (Tîrgu Mureș), tehnician, maestru al sportului, pilot cu „C”-ul de aur cu un diamant; Emil Iliescu (București), inginer, maestru al sportului, pilot cu „C”-ul de aur, cu două diamante; Enăchescu Titu (Brașov), instructor de zbor, maestru al sportului, pilot deținător al „C”-ului de aur cu două diamante; Alexa Ion (Iași), funcționar, maestru al sportului, deținător al „C”-ului de aur cu un diamant; Gîlcă Gheorghe (Iași), instructor de zbor, maestru al sportului, deținător al „C”-ului de aur cu un diamant și alții.

Constantin Atanasiu (București), instructor de zbor, este primul planorist român care a traversat lanțul Carpaților cu un planor, la 20 aprilie 1949, de la Sînpetru-Brașov, pînă la Borzești, parcurgînd 110 km.

Zborul în care se depășește pentru prima oară, cu planor, distanța de 300 km în țara noastră este realizat de instructorul Gheorghe Cucu, fost șef de pilotaj la Aeroclubul Dezmir-Cluj, care, în ziua de 13 iunie 1952, decolează de pe aerodromul Dezmir și aterizează pe aerodromul Ziliștea-Buzău, după 9 ore de zbor, traversînd și lanțul Carpaților. Distanța de 318 km, parcursă în linie aeriană, îi aduce pilotului și țării prima insignă de aur, performanța sa fiind considerată dintre cele mai bune.

În privința construirii și proiectării planoarelor, rezultate remarcabile au fost obținute de Iosif Șilimon (Brașov), maestru al sportului, pilot deținător al „C”-ului de aur și al diplomei „Paul Tissandier”; de Vladimir Novițchi (Reghin), instructor de zbor și proiectant și de Ovidiu Popa (București), inginer, instructor de zbor și proiectant de avioane și alții.

In românește de PETRE ȘAITIȘ

BAZELE PLANORISMULUI

MAI GREU SAU MAI UȘOR CA AERUL?

Omul poate să zboare asemănător păsărilor în două feluri: cu aparate de zbor mai grele decât aerul (= zbor dinamic), ori cu aparate mai ușoare decât aerul, care plutesc datorită gazelor ușoare cu care sînt umplute (= zbor aerostatic).

Gazele ușoare utilizate pentru zbor sînt hidrogenul, de 14 ori mai ușor decât aerul și heliul, de 8 ori mai ușor decât aerul.

Aparatele de zbor mai grele decât aerul sînt avionul, planorul, elicopterul și ornitopterul (= aparatul de zbor cu aripi batante).

Aparatele mai ușoare decât aerul sînt balonul (aerostatul) și dirijabilul. Cea mai largă utilizare și performanțele cele mai însemnate au fost obținute însă de aparatele de zbor mai grele decât aerul, în special avionul și planorul.

PLANORUL

Înainte de a aborda zborul fără motor să facem cunoștință cu părțile componente ale planorului (fig. 1).

Părțile componente ale planorului:

1. Aripile (suprafețele portante)

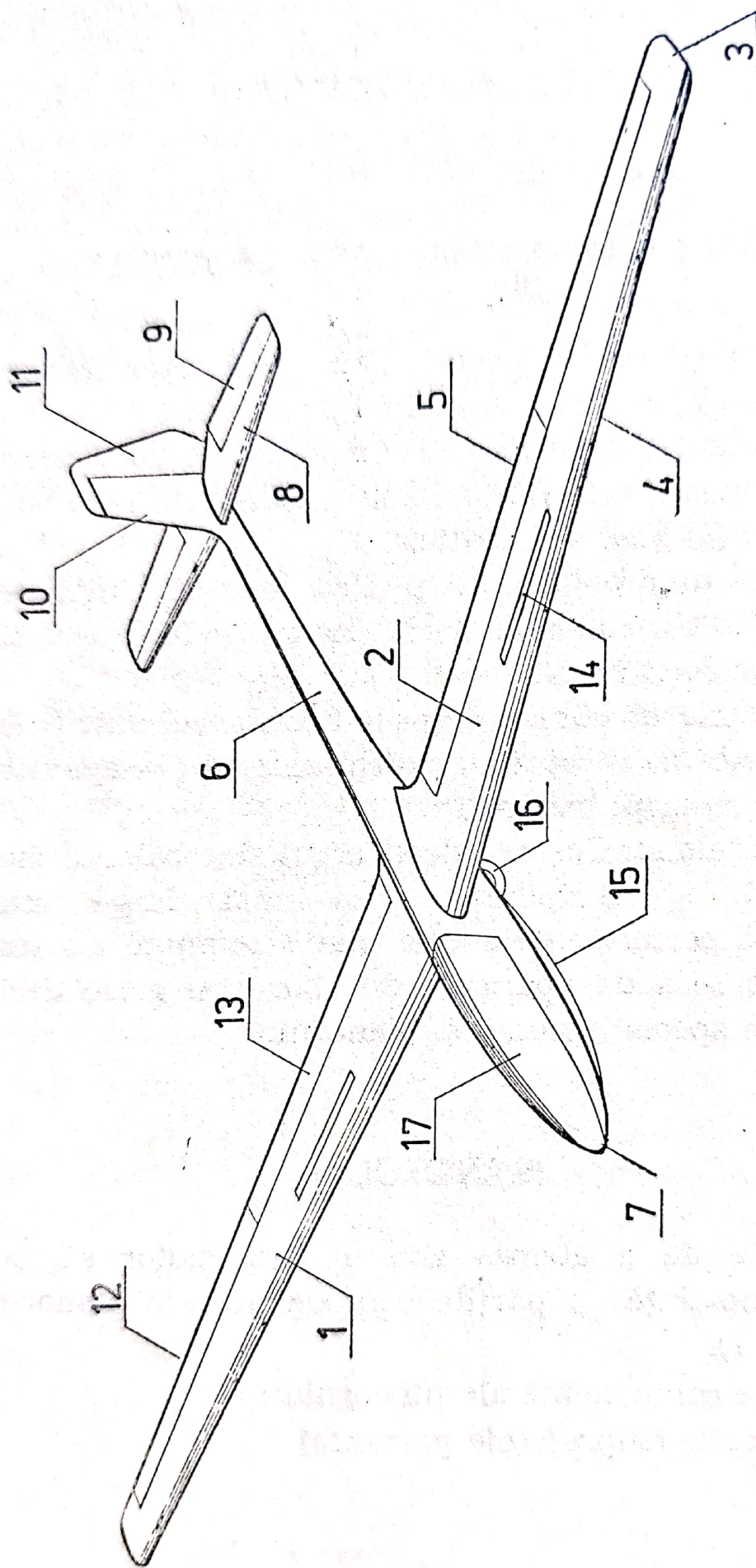


Fig. 1. Părțile componente ale planorului: 1 — aripa, 2 — încăstrarea aripilor, 3 — capătul aripilor, 4 — bordul de atac, 5 — fuselajul, 6 — botul planorului, 7 — voletul, 8 — deriva, 9 — profunderul, 10 — direcția, 11 — eleroanele, 12 — carlingă, 13 — frânele aerodinamice, 14 — roată, 15 — patină, 16 — carlingă, 17 — carlingă.

2. Fuselajul
3. Suprafețele de comandă
4. Aterizorul (patină-roată)
5. Comenzile (sistemul de transmisie)
6. Voleții
7. Frânele aerodinamice

1. *Aripile* constituie partea principală a planorului. În urma mișcării planorului față de aerul înconjurător, pe aripi ia naștere forța de portanță, care face posibil zborul aparatului, menținerea lui în aer. Suplețea sau, cum este denumită, alungirea aripi este determinată de raportul dintre anvergură (distanța maximă dintre capetele aripi) și profunzimea medie a aripii (lățimea medie).

Acest raport la avioane are valori în jur de 10, pe când la planoare acest raport atinge valoarea de 20—25. Planoarele se construiesc numai în sistem monoplan, iar forma aripilor în plan poate să fie diferită (fig. 2).

2. *Fuselajul* susține aripile, suprafețele de comandă, aterizorul și sistemul de transmisie al comenzilor, adică elementele necesare zborului și pilotării planorului. De asemenea, în fuselaj sînt amplasate postul de pilotaj și spațiul destinat aparaturii auxiliare sau eventualelor bagaje.

3. *Suprafețele de comandă* sînt elementele care asigură schimbarea poziției în zbor a planorului, cu alte cuvinte pilotarea lui. După modul de schimbare a poziției aparatului în spațiu, suprafețele de comandă se împart în trei grupe:

- a. *Ampenajul orizontal*, cu suprafața de comandă

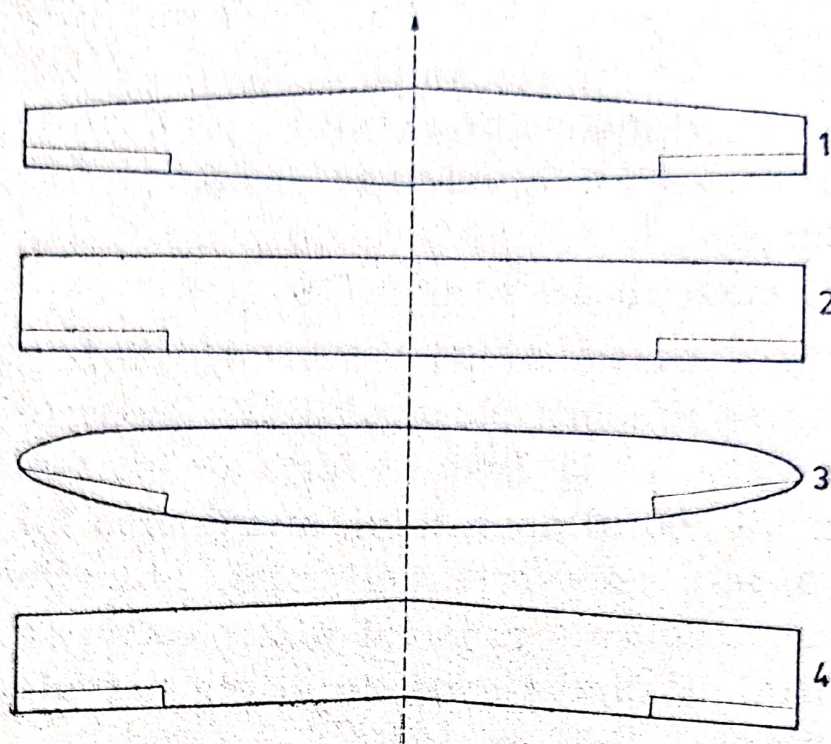


Fig. 2. Forme de aripi utilizate: 1 — trapezoidală, 2 — dreptunghiulară, 3 — eliptică, 4 — aripă cu săgeată.

aferentă — profundorul, prin bracarea căruia se obține mișcarea planorului în jurul axului transversal, adică picajul sau cabrajul planorului.

b. *Ampenajul vertical* cu suprafața de comandă aferentă — direcția, prin bracarea căruia se obține mișcarea planorului în jurul axului vertical, adică schimbarea direcției de înaintare a planorului.

c. *Eleroanele*, amplasate pe aripi, la extremități, prin bracarea cărora, în sens opus, se obține mișcarea în jurul axului longitudinal, adică înclinarea planorului.

4. *Aterizorul* (trenul de aterizare) servește la decolarea — aterizarea și manevrarea la sol a planorului, fiind format din patină, roată și bechie, sau

diferite combinații ale acestora. El poate fi fix sau escamotabil.

5. *Sistemul de comandă* se găsește amplasat în fuselaj și este compus din manșă și paloniere, precum și din totalitatea cablurilor și tijelor de legătură a acestora cu suprafețele de comandă.

6. *Voletul de curbură*: prin bracarea lui se obține modificarea formei profilului aripi (curbura), precum și a suprafeței aripii.

Prin bracarea voletilor pînă la valori de 30° se obține mărirea forței de portanță, iar peste aceste valori se obține o creștere accentuată a rezistenței la înaintare, deci creșterea vitezei de înfundare a planorului. Acționarea voletilor se efectuează din carlingă, cu ajutorul unui sistem de pîrghii (fig. 3).

7. *Frînele aerodinamice* sînt niște plăci culisante din aripă în plan vertical, avînd rolul de a mări viteza de înfundare a planorului, prin crearea unor zone turbionare, deci reducerea valorii forței de portanță pe aripă. În afară de aceasta, în timpul picajului pe verticală, frînele aerodinamice măresc rezistența la înaintare a aparatului în așa măsură, încît, cu frînele complet deschise, nu se poate obține viteza maximă, stabilită de constructor. Acționarea lor se efectuează din carlingă, cu ajutorul unui sistem de pîrghii (fig. 4).

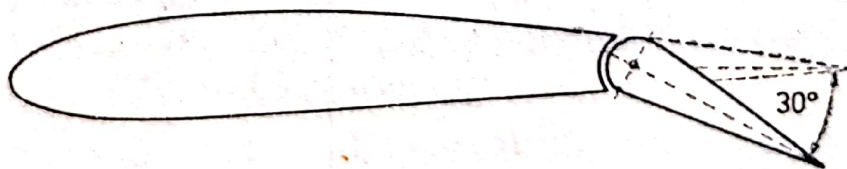


Fig. 3. Voletul de curbură modifică forma, curbura aripii.

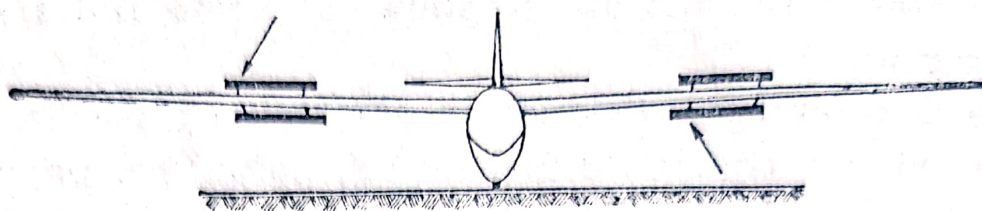


Fig. 4. Frânele aerodinamice, plăci culisante vertical din aripă, utilizarea lor mărește viteza de înfundare a planorului.

ORGANELE DE SIMȚ ALE PLANORULUI

Pentru controlul mișcării și al poziției în zbor a planorului se utilizează o serie de aparate, numite, generic, aparate de bord. În acest capitol, ne vom ocupa numai de cele trei aparate principale de la bord care nu pot lipsi din dotarea planorului.

Altimetrul (fig. 5), instrument cu care se măsoară altitudinea față de un nivel de referință aflat la bordul aparatului de zbor, indică înălțimea de zbor

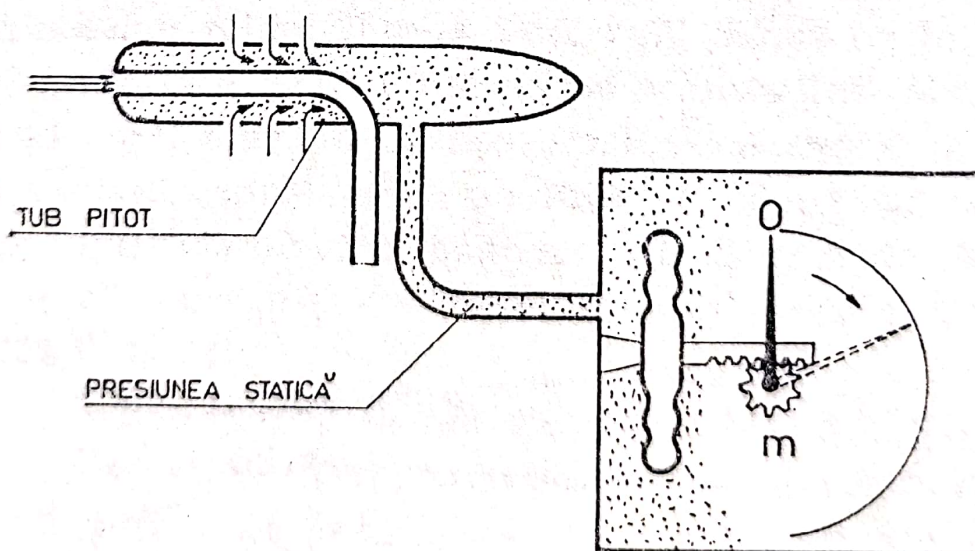


Fig. 5. Altimetrul — schema de principiu

față de nivelul aerodromului de decolare și se bazează pe principiul descreșterii presiunii atmosferice, în raport cu înălțimea. Propriu-zis este un barometru, cu indicații în unități de înălțime.

Utilizarea în planorism a barometrului cu mercur este practic imposibilă, din cauza variațiilor relativ bruște de viteză și înălțime, și de aceea este înlocuit cu o capsulă metalică vidată, confecționată din tablă foarte subțire. Pereții capsulei fiind foarte elastici, sub acțiunea presiunii atmosferice, se deformează. Deformația, proporțională cu variația presiunii exterioare, printr-un sistem de transmisie, este condusă la un ac indicator, care se mișcă în fața unui cadran gradat în unități de înălțime.

În cazul urcării planorului, presiunea atmosferică scade, pereții elastici ai capsulei întâlnesc o rezistență mai mică, deci capsula se dilată, punând în mișcare mecanismul de transmisie, care, la rîndul lui, imprimă acului indicator o mișcare proporțională cu valoarea deformației. Pe cadranul aparatului sînt indicate atît unități de presiune, cît și valoarea înălțimilor corespunzătoare.

Întrucît altimetrul ar indica înălțimea față de nivelul mării, este prevăzut cu un buton de „calaj“, al cărui rol este de a permite corectarea erorilor datorate variației presiunii atmosferice la sol, astfel ca aparatul să indice, întotdeauna, înălțimea față de aerodromul de plecare. Această operație poartă denumirea de calaj altimetric.

Variometrul (fig. 6), aparat de bord pentru controlul zborului, indică pe baza diferenței de presiune

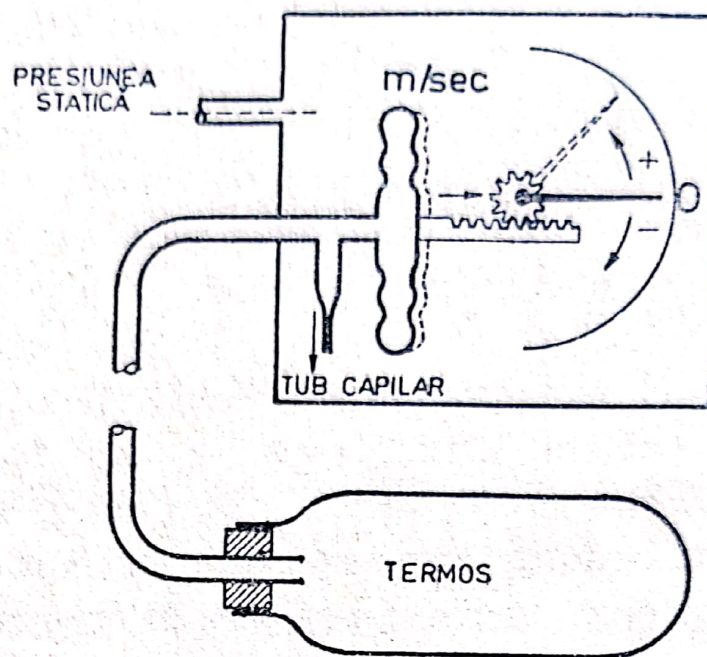


Fig. 6. Variometrul — schema de principiu.

ne viteza verticală de urcare sau cea de coborîre a unei aeronave. Viteza se măsoară în metri pe secundă (m/s). Din punct de vedere constructiv, se aseamănă cu altimetrul. Partea principală a aparatului o constituie tot o capsulă metalică, care comunică cu un termos. Pe tubul de legătură există un orificiu capilar (tub capilar), prin care ansamblul capsulă-termos, comunică cu exteriorul. Asupra pereților capsulei acționează presiunea statică a aerului atmosferic. În poziție de repaus, presiunea din interiorul capsulei va fi egală cu presiunea statică din exterior, datorită tubului capilar. Acul indicator al aparatului se va afla în dreptul valorii 0. Dacă schimbăm poziția aparatului, mutîndu-l la o înălțime mai mare, presiunea din exteriorul capsulei va scade, ceea ce va determina dilatarea capsulei în urma

căreia acul indicator al aparatului va indica urcarea. Prin tubul capilar, diferența de presiune va tinde să se egaleze, astfel, odată cu oprirea urcării, acul indicator va reveni la 0.

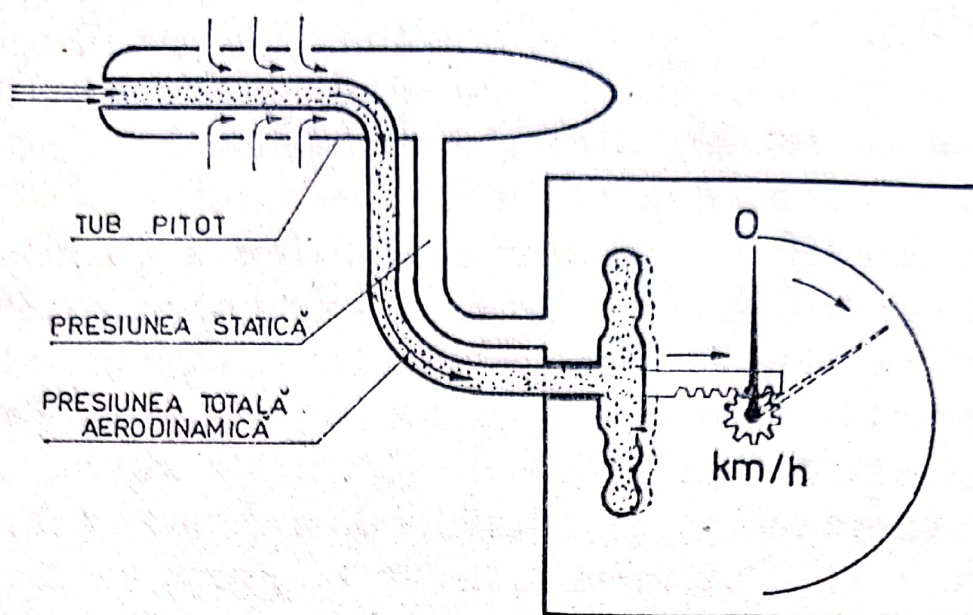
În consecință, variometrul se bazează pe principiul egalării frânate, a diferențelor de presiune. Prin tubul capilar, egalarea presiunilor din interiorul și exteriorul capsulei se produce cu o viteză relativ constantă, deci cu cât planorul va coborî sau va urca cu o viteză mai mare, diferența de presiune va fi mai mare, deci și valoarea indicată de aparat va fi mai mare. În timpul urcării, aparatul va indica valori pozitive (+), iar în timpul coborîrii, valori negative (—), în metri pe secundă.

Termosul cuplat cu aparatul are un dublu scop: în primul rînd mărește substanțial capacitatea capsulei, deci mărește sensibilitatea aparatului, iar, în al doilea rînd, cuplarea lui reduce erorile posibile ale aparatului, datorate variațiilor de temperatură.

Vitezometrul (fig. 7) este aparatul de bord care indică viteza planorului, față de masa de aer, în kilometri pe oră.

Fiind un aparat cu capsulă, își „realizează” diferența de presiune din diferența dintre presiunea statică și presiunea totală captată pe o secțiune perpendiculară pe direcția de înaintare a planorului.

Capsula aparatului este pusă în legătură cu orificiul unui tub (tub Pitot), amplasat în exteriorul planorului, paralel cu axa longitudinală, prin care se captează presiunea aerodinamică totală. Iar orificiile laterale ale tubului Pitot (depresiune statică), prin-



Fif. 7. Vitezometrul — schema de principiu.

tr-un alt tub, sînt puse în legătură cu carcasa etanșă a vitezometrului, deci cu spațiul exterior al capsulei.

Astfel, presiunea statică din exteriorul capsulei va anula (scădea) presiunea statică din presiunea totală aerodinamică, deci capsula se va deforma, numai sub influența presiunii dinamice, care este proporțională cu viteza de înaintare a planorului. Deformația capsulei este transformată de sistemul de transmisie și indicator, în unități de viteză, adică va indica viteza planorului în Km/h, față de masa de aer.

După instalarea acestor trei aparate de bază, planorul nostru poate executa zboruri, în condiții de siguranță, pînă la plafonul norilor și deasupra zonelor de teren, ușor comparabile cu hărțile de navigație. Dacă condițiile de vizibilitate sînt slabe, sau

nu sîntem în posesia unor hărți adecvate, menținerea direcției de zbor se face cu ajutorul busolei, numită și compas de aviație. Întrucît busola este un aparat foarte cunoscut, nu ne ocupăm în special de el, menționăm doar faptul că față de busola normală, compasul de aviație, în locul unui singur ac magnetic, este prevăzut cu o baterie de ace magnetice și are posibilitatea de a reduce erorile datorate influențelor magnetice exterioare, tot prin introducerea unor ace magnetice în cutia de „compensare”.

Pentru ca indicațiile să fie ușor citite carcasa aparatului este umplută cu un lichid antigel, care are un coeficient de dilatare foarte scăzut. În jurul bateriei de ace magnetice este montată o rozetă, pe care sînt notate punctele cardinale și intercardinale, în așa fel, încît pilotul să poată citi, direct, direcția de zbor sau cum este numit — capul compas. (Ex. direcția N are valoarea de 360°). Busola se montează paralel cu axa longitudinală a planorului, cît mai departe de masele metalice (fier) ale planorului, pentru a evita erorile.

DESPRE AERUL ATMOSFERIC

Cum pot să zboare păsările dacă sînt mai grele decît aerul?

Ce forțe mențin în aer uriașele avioane multimotoare? Cum poate, planorul, aparat de zbor lipsit de un organ de propulsie, să parcurgă în zbor distanța de peste 1.600 km și să atingă înălțimi de peste 14.000 m?

La aceste întrebări și încă multe altele, primim răspunsurile adecvate din partea aerodinamicii, adică partea din fizică care se ocupă cu studiul forțelor ce acționează asupra corpurilor în urma mișcării lor în aer.

Înainte de a face cunoștință cu legile și regulile acestei interesante părți a fizicii, trebuie să cunoaștem mediul în care își desfășoară studiul și anume să cunoaștem compoziția și proprietățile aerului atmosferic.

Aerul atmosferic este un amestec de gaze, care formează straturile inferioare ale atmosferei și cuprinde: azot (78%) și oxigen (21%), gaz indispensabil vieții de toate formele, precum și arderilor. Aerul mai este format și din argon, bioxid de carbon, neon, heliu, hidrogen și are densitatea de $1,293 \text{ kg/m}^3$.

Ca orice corp gazos, aerul are o greutate, care, în comparație cu greutatea corpurilor solide, este foarte mică. La suprafața solului sau, mai precis, la nivelul mării, un metru cub de aer cântărește cca 1,3 kg. Odată cu creșterea înălțimii, greutatea aerului scade, deci și densitatea lui va scădea. Astfel că la înălțimea de 5500 m greutatea unui metru cub de aer este egală cu jumătate din greutatea lui la nivelul mării.

Densitatea aerului este o proprietate fizică importantă a aerului, proprietate care face posibilă apariția forței de portanță pe aripile planorului.

Aerul înconjoară pământul sub forma unui strat, numit *atmosferă*. Prin diferite metode s-a stabilit că acest strat are înălțimea de aproximativ 400 km,

dar această dimensionare este relativă, deoarece moleculele rarefiate de aer se găsesc și la înălțimea de 800 km.

Odată cu creșterea înălțimii, scade și temperatura aerului atmosferic, aproximativ cu 6°C la 1000 m înălțime. Această scădere de temperatură este relativ constantă, numai pînă la înălțimea de 8.000 m la Poli și 16.000 m la Ecuator, deci o valoare medie de 11.000 m. Stratul de aer, cu temperatura în scădere relativ constantă, în raport cu înălțimea, poartă denumirea de *troposferă*.

Acest strat inferior al atmosferei, care vine în contact direct cu suprafața Pămîntului, cuprinzînd circa 79% din masa totală de aer și avînd o înălțime medie de 10—11 km, constituie domeniul de formare a norilor, a precipitațiilor și a deplasărilor orizontale și verticale ale maselor de aer, deci a majorității fenomenelor meteorologice.

Deasupra troposferei se găsește un alt strat de aer, numit *stratosferă*. Cele două pături de aer sînt separate de un strat de tranziție cu grosime variabilă, *tropopauza*, strat caracterizat prin lipsa mișcărilor verticale ale maselor de aer și prin o mare amplasare a mișcărilor orizontale, fiind un strat de izotermie, formează limita superioară a curenților verticali.

Temperatura aerului la baza stratosferei variază între -40 și -70°C , rămînînd constantă, pînă la înălțimea de 21—25 km, unde începe să crească din cauza prezenței stratului de ozon, ajungînd la limi-

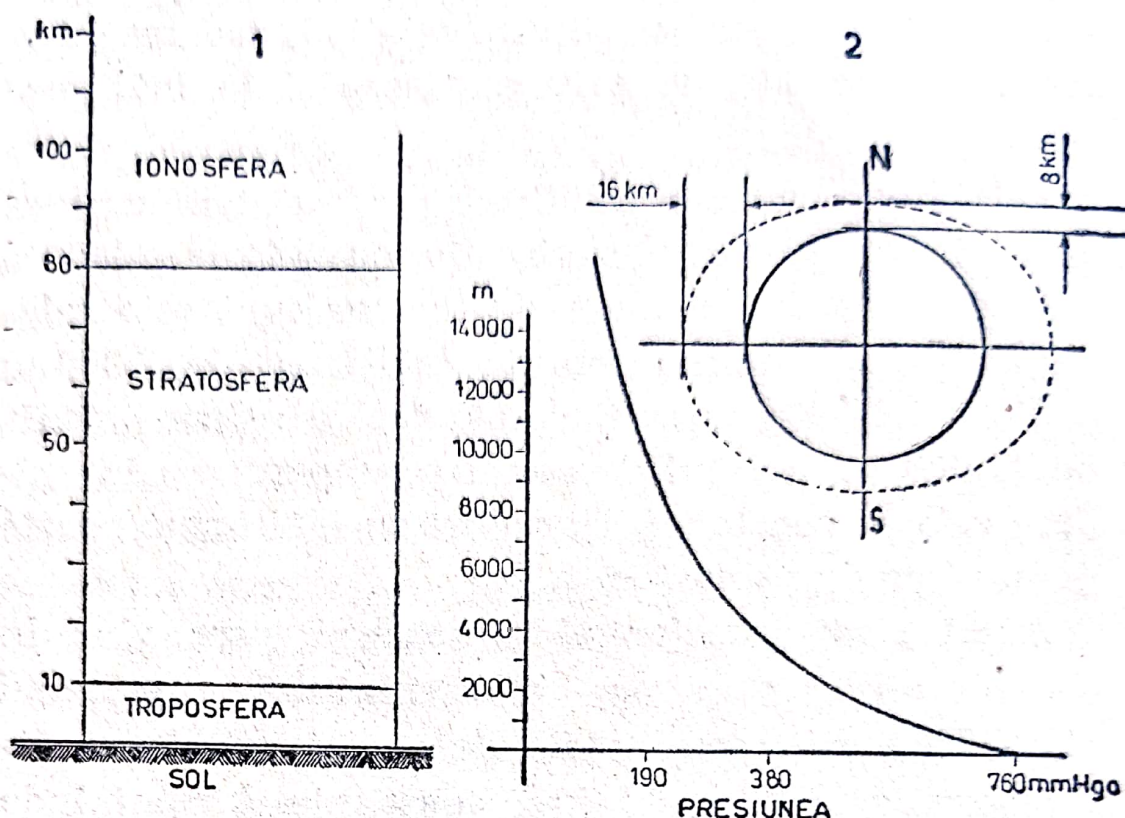


Fig. 8. Împărțirea atmosferei 1. Troposfera este mai înaltă la ecuator. 2. Presiunea scade odată cu creșterea înălțimii

tele superioare ale stratosferei, la valori de $+10^{\circ}$ $+15^{\circ}\text{C}$.

Peste 25 km temperatura aerului începe să scadă, ajungînd la limitele superioare ale stratosferei la aceleași valori ca la baza straturii.

Pătura exterioară a atmosferei o constituie *ionosfera*, în care gazele componente sînt rarefiate și ionizate datorită influenței razelor cosmice și ultraviolete. Caracteristicile principale ale ionosferei le formează straturile cu încărcătură electrică substanțială, straturi care reflectă undele radio, fapt ce face posibile comunicațiile radio între orice punct de pe glob (fig. 8).

Rezultatele ultimelor cercetări au arătat existența și în stratosferă a acestor gaze cu proprietăți radioelectrice pregnante, fapt care a dus la o împărțire a stratosferei și ionosferei în straturi intermediare, în funcție de proprietățile lor radioelectrice (Stratul E de la 80 la 200 km altitudine, de la 200 km la 400 km stratul F, iar peste 400 km stratul atomizat).

Cel mai important strat din punct de vedere al zborului este troposfera. Totuși, în ultimul timp au reușit unele zboruri, cu planorul, chiar și în stratosferă, cu ajutorul curenților de undă lungă, iar noile posibilități de exploatare a acestor curenți sînt în curs de studiu și cercetare.

Se pune întrebarea de ce aerul atmosferic înconjoară globul pămîntesc și nu se împrășteie în spațiul interplanetar?

Răspunsul este foarte simplu. Aerul atmosferic este un amestec de gaze și asupra moleculelor sale acționează forțele de atracție gravitațională ale pămîntului. Din cauza greutății sale, aerul atmosferic exercită o presiune asupra suprafeței pămîntului și a corpurilor situate pe ea, numită presiune atmosferică.

CUM SE POATE MĂSURA PRESIUNEA ATMOSFERICĂ?

Aparatul cu care se măsoară presiunea atmosferică se numește *barometru* și a fost inventat în anul 1643 de fizicianul italian Toricelli. Principiul de

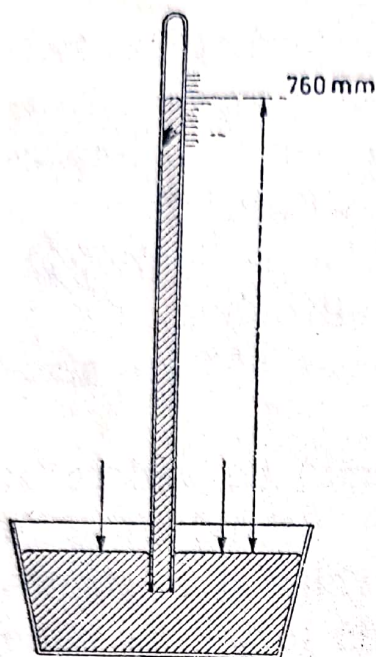


Fig. 9. Principiul barometrului cu mercur

funcționare al acestui aparat constă în echilibrarea presiunii atmosferice, cu greutatea unei coloane de lichid, apă sau mercur.

Să luăm un tub de sticlă, cu lungimea de un metru și secțiunea de 1 cm^2 , închis la un capăt. Umplem tubul cu mercur și, astupînd orificiul cu degetul, răsturnăm tubul într-un vas cu mercur, după care luăm degetele de pe orificiul tubului.

Vom observa coborîrea nivelului mercurului din tub în vas și formarea în partea superioară a tubului, a unui vid (fig. 9).

Mercurul nu se scurge complet din tub, deoarece asupra suprafeței libere a mercurului din vas acționează presiunea atmosferică, care se transmite uniform atît asupra pereților vasului cît și a secțiunii deschise a tubului. În consecință, greutatea mercurului rămas în tub este egală cu greutatea unei coloane de aer cu secțiunea de 1 cm^2 , avînd lungi-

mea egală cu înălțimea atmosferei. Vom observa în timp standard că, la nivelul mării și la temperatura de $+20^{\circ}\text{C}$, lungimea coloanei de mercur care rămîne în tub este de 760 mm adică valoarea presiunii atmosferice va fi egală cu greutatea acestei coloane de mercur. La scăderea presiunii, mercurul din tub va coborî, deci și înălțimea coloanei de mercur va fi mai mică, în schimb, la creșterea presiunii, mercurul din vas va fi împins în tub, deci înălțimea coloanei de mercur va fi mai mare.

Măsurînd înălțimea coloanei de mercur putem obține valoarea presiunii atmosferice, prin citirea directă, pe scara milimetrică atașată tubului, în unități de mm coloană de mercur (mm Hg).

Cunoscînd greutatea specifică a mercurului și dimensiunile coloanei de mercur, vom vedea că la nivelul mării această presiune va avea valoarea de aproximativ 1 kgf/cm^2 , adică aerul atmosferic, apasă pe suprafața corpurilor cuprinse în ea, cu o forță de 1 kgf/cm^2 .

Cum se explică faptul că organismul uman nu se sizează această uriașă presiune?

Foarte simplu: această presiune este repartizată uniform, pe toată suprafața corpului și este echilibrată de presiunea interioară din celulele corpului omenesc.

Presiunea atmosferică, la fel ca și densitatea aerului, scade relativ proporțional cu înălțimea și anume la altitudinea de 5500 m valoarea ei este egală cu jumătate din valoarea ei la nivelul mării.

Ca unitate de măsură pentru presiunea atmosferei

rică se întrebuințează milimetrul coloană de mercur (mmHg), iar în meteorologie și aviație se utilizează milibarul.

Milibarul (mb) este presiunea corespunzătoare unei forțe de 1000 dyn/cm^2 . Dina este forța care imprimă unei mase de 1 gram o accelerație de 1 cm/sec. $1.000.000 \text{ dyn} = 1 \text{ bar}$.

Noi avem nevoie de a mia parte din această forță deci de un milibar care corespunde unei presiuni de 1000 dyn/cm^2 .

Presiunea atmosferică la nivelul mării în timp standard este de 760 mmHg, sau 1013,3 mb, deci, un mm coloană de mercur, produce o presiune de 1,333 mb.

În apropierea solului, unei diferențe de presiune de 1 mmHg îi corespunde o diferență de nivel de 11 m, iar unei diferențe de presiune de 1 mb îi corespunde o diferență de înălțime de 8 m. Odată cu creșterea altitudinii cresc și aceste valori, fiind nevoie de o diferență mult mai mare pentru a se obține o scădere de presiune de 1 mmHg sau 1 mb. Pentru a transforma valoarea presiunii atmosferice din mmHg în mb, înmulțim valoarea cu 4 și împărțim la 3 — și invers.

MIȘCAREA AERULUI ATMOSFERIC

Datorită diferențelor de temperatură între diferite puncte de pe scoarța terestră, aerul atmosferic este într-o continuă mișcare. Deasupra suprafețelor mai

calde aerul atmosferic se încălzește mai tare, se dilată în urma căreia densitatea lui scade, devine mai ușor, din care cauză se va ridica formînd un centru cu presiune scăzută. Aerul înconjurător, mai rece, deci și mai dens, va tinde să ocupe locul aerului mai cald ridicat. Deplasarea orizontală a maselor de aer atmosferic de la o zonă cu temperatură scăzută (presiune ridicată) spre o zonă cu temperatură ridicată (presiune scăzută) poartă denumirea de vînt. Deci vîntul ia naștere datorită diferențelor de presiune datorate diferențelor de temperatură, dintre diferite zone de pe scoarța terestră. Dacă vînturile întîlnesc în calea lor obstacole, cum sînt dealurile și munții, masele de aer urcă pe pantele întîlnite formînd *curenții ascendenți* dinamici, sau curenții de pantă, după care coboară pe versanții opuși direcției vîntului formînd *zone descendente*.

Viteza vîntului se măsoară cu ajutorul unor aparate numite *anemometre* compuse dintr-un rotor cu patru cupe, care sub acțiunea vîntului intră în rotație cu o viteză corespunzătoare vitezei vîntului, mișcarea de rotație se transmite unui mecanism indicator, care arată viteza vîntului în metri pe secundă (m/s, fig. 10).

Transformarea valorii de viteză din m/s în km/oră, se face înmulțind cu 3,6.

În funcție de tăria lor vînturile se pot clasifica în vînturi slabe, potrivite, puternice sau uragane și taifunuri, viteza lor putînd atinge valori de pînă la 50 m/s adică 180 km/oră.

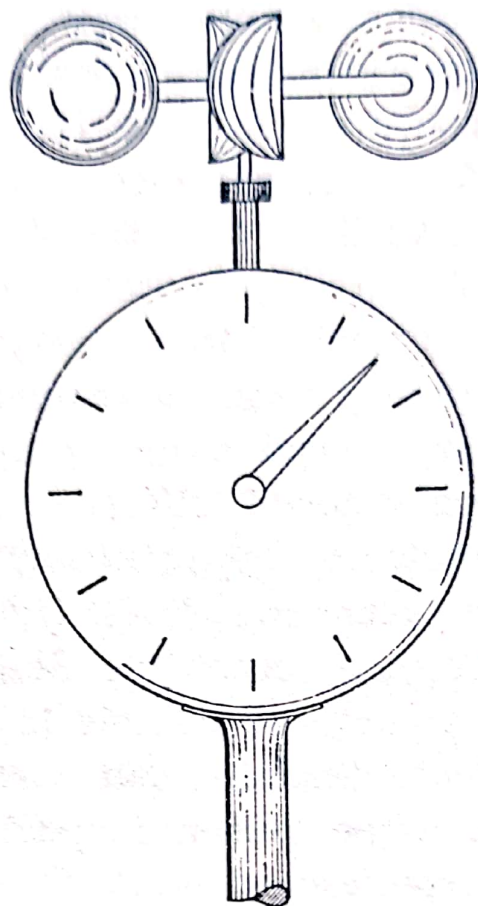


Fig. 10. Schema anemometrului

Din cauza obstacolelor terestre, în apropierea solului, viteza și direcția vântului nu este constantă, dar aceste influențe orografice scad odată cu înălțimea, viteza și direcția vântului devenind constante.

Pentru determinarea direcției vântului, pe aerodroame se utilizează un dispozitiv numit *mîneacă de vînt*. Cum îi spune și numele, el este confecționat dintr-un manșon de pînză, de formă conică, vopsit în dungi transversale, alb-roșii, suspendat mobil, cu secțiunea mai mare pe un catarg înalt. Vîntul, adică aerul atmosferic în mișcare, întîmpină rezis-

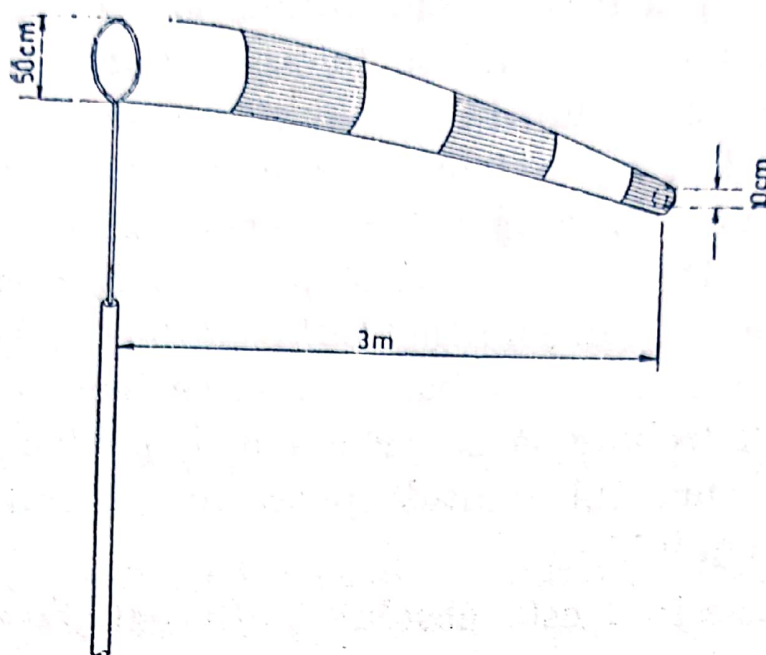


Fig. 11. Mîneca de vînt — servește la stabilirea direcției vîntului.

tența manșonului, obligîndu-l să se orienteze întotdeauna pe direcția de înaintare a lui (fig. 11).

Mîneca de vînt este de mare ajutor piloților, la manevrele de decolare și aterizare, deoarece aceste manevre se pot executa în condiții optime, numai contra vîntului, întrucît viteza vîntului reduce viteza planorului față de sol, modificînd distanța de rulare la decolare și aterizare.

TUNELUL AERODINAMIC

Este cunoscut faptul, că vîntul puternic reprezintă un mare pericol atît pentru navigația aero cît și cea fluvială dar constituie un pericol și pentru

locuințe, agricultură, pomicultură etc. De aceea nu este greșit atunci când se folosește noțiunea de intensitate a vântului, în loc de viteza de deplasare a vântului. Dar noi putem să vorbim despre intensitatea vântului și atunci când aerul atmosferic este nemișcat. De exemplu, dacă pe timp calm alergăm cu viteză, simțim cum ne suflă vântul din față; sau parașutistul care se pregătește să se lanseze, în ușa avionului trebuie să se prindă bine pentru a nu fi luat de curentul (vântul) puternic, datorat deplasării avionului.

În consecință este absolut indiferent dacă corpul se mișcă într-un aer staționar sau aerul se mișcă în jurul unui corp staționar tot se formează un curent de aer.

Prin viteza acestui curent de aer, înțelegem viteza particulelor de aer față de corpul respectiv și nici într-un caz viteza față de sol. Studiul efectului curenților de aer asupra corpurilor se poate efectua în două feluri, și anume: prin mișcarea obiectului de studiu în aer, sau suflarea lui cu un curent de aer. Prima metodă a fost folosită mai de mult, treptat a fost abandonată, fiind o metodă greoaie și problematică.

În prezent se utilizează metoda a doua și anume: cu ajutorul unor instalații speciale se creează curenții de aer în care se introduce, staționar, corpul ce urmează a fi studiat. Aceste instalații poartă denumirea de tunele aerodinamice. În fig. 12 este arătată schema de principiu a unui tunel aerodinamic.

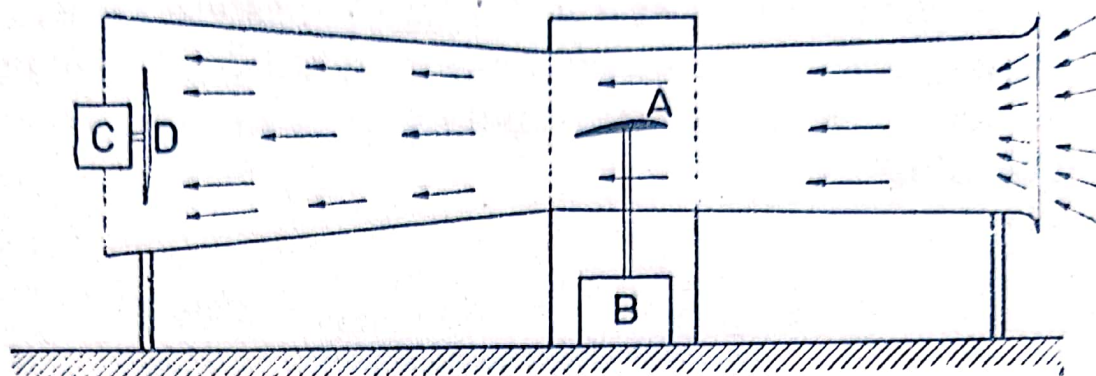


Fig. 12. Cel mai simplu tunel aerodinamic: A — machetă, B — cântar aerodinamic, C — electromotor, D — elice.

Tunelul aerodinamic este un tub deschis la ambele capete, la unul din ele fiind montat un ventilator, pus în mișcare de un grup motor. La mișcarea ventilatorului, în tunel, ia naștere un curent de aer care are viteza maximă în secțiunea cea mai mică a tubului (fenomenul va fi tratat mai pe larg în cadrul legii lui Bernoulli). Dacă colorăm aerul din tunel, cu fum sau diferiți coloranți, scurgerea curenților de aer din jurul corpului în studiu se poate face vizibilă și se poate materializa prin fotografiere, obținându-se niște clișee, numite spectrograme.

Cu ajutorul diferitelor balanțe și dinamometre se poate măsura valoarea forței cu care acționează aerul în mișcarea asupra corpului.

Tunelurile aerodinamice se pot construi de diferite mărimi; astfel sînt tuneluri în care se pot experimenta avioane întregi, putîndu-se realiza curenți de aer mai puternici decît uraganele.

După cum am văzut, tunelurile aerodinamice permit studierea scurgerii curenților de aer în jurul

corpurilor, precum și a forței care ia naștere pe aceste corpuri, în urma acțiunii curenților. Dar cum se nasc aceste forțe și cum le utilizăm în scopul zborului?

REZISTENȚA AERULUI

Cu toate că densitatea aerului este mult mai mică decât, de exemplu, densitatea apei, totuși aerul opune o rezistență mișcării corpurilor în ea. Simțim această rezistență în timpul alergării sau a mersului pe bicicletă. Indiferent dacă corpul se mișcă în aerul staționar, sau aerul se mișcă cu aceeași viteză în jurul corpului rezistența opusă de aer la înaintare va fi aceeași.

De ce depinde însă rezistența aerului?

În primul rând s-a constatat că rezistența la înaintare este direct proporțională cu variația densității, și anume, odată cu creșterea altitudinii de zbor, densitatea scade, scăzând și rezistența la înaintare.

Rezistența la înaintare mai depinde și de suprafața corpului, de secțiunea maximă perpendiculară pe direcția de scurgere a fileurilor de aer și anume direct proporțional cu mărimea suprafeței.

De asemenea depinde și de viteza de înaintare. Experiențele au dovedit că rezistența la înaintare este direct proporțională cu pătratul vitezei: dacă viteza crește de două ori, rezistența la înaintare va crește de 4 ori, iar dacă viteza crește de 3 ori, rezistența la înaintare va crește de 9 ori.

În cursul evoluției zborului s-a constatat că o influență mare asupra mărimii rezistenței la înaintare o are și forma corpului respectiv.

ACȚIUNEA FILEURILOR DE AER ASUPRA UNEI PLĂCI ORTOGONALE

În figura 13 putem observa spectrograma scurgerii fileurilor de aer în jurul unei plăci amplasate perpendicular pe direcția de scurgere a fileurilor de aer (ortogonal). Totodată se poate observa că, în spatele plăcii, aerul este turbulent. Cum se formează aceasta turbulență?

În fața plăcii în urma ciocnirii particulelor de aer cu suprafața plăcii se formează o zonă de presiune (+), pe când în spatele ei, în urma detentei fileurilor de aer, se formează o zonă de depresiune (—). Deoarece aerul din zona de presiune tinde să egaleze zona de depresiune din spatele plăcii, se for-

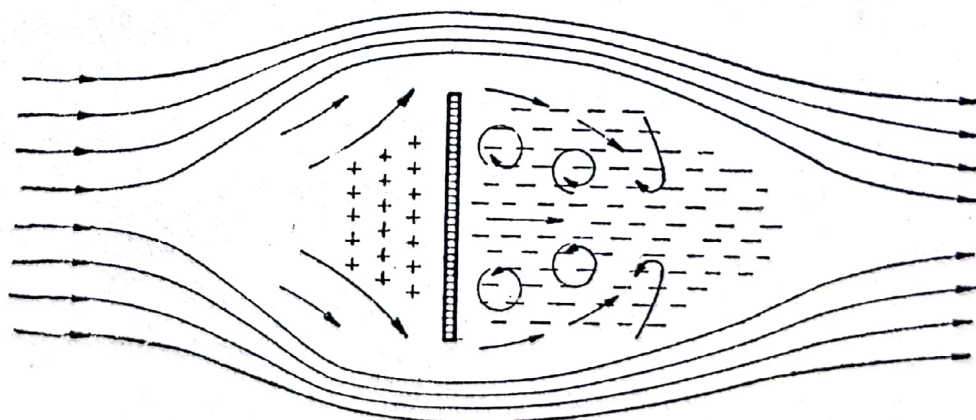


Fig. 13. Spectrograma planului ortogonal

mează o zonă turbulentă. Zona de presiune din fața plăcii împiedică mișcarea aerului din această zonă și mai ales mișcarea plăcii, pe cînd zona de depresiune determină o absorbție a plăcii spre direcția de scurgere a fileurilor de aer. Cele două zone, de presiune și de depresiune împreună cu forța de frecare a aerului de suprafețele plăcii formează însumate rezistența la înaintare. În figura noastră forța de rezistență este reprezentată printr-o săgeată și notată cu litera (P_x).

CORPUL AERODINAMIC

Dacă la placa ortogonală montăm niște corpuri care să înlocuiască cele două zone de presiune (depresiunea din spatele și presiunea din fața plăcii) vom constata că rezistența la înaintare a corpului astfel obținut va fi de 20—30 ori mai mică decît a plăcii inițiale, cu toate că secțiunile verticale sînt aceleași (fig. 14).

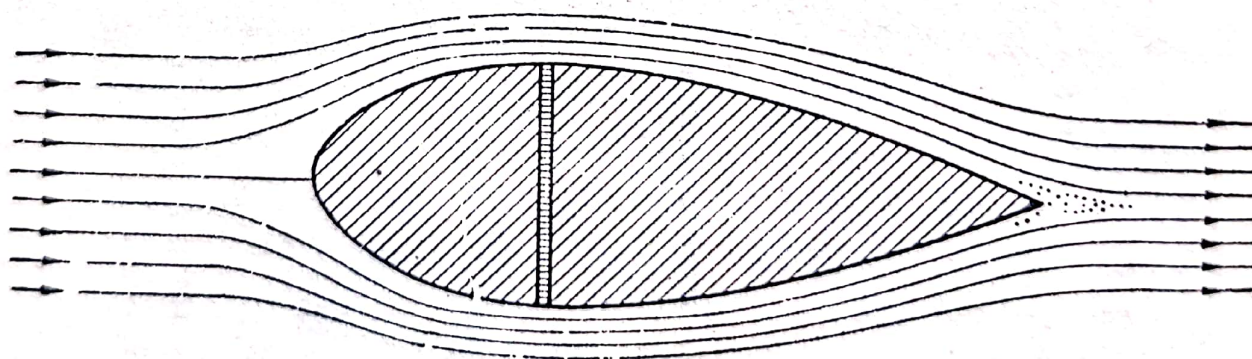


Fig. 14. Corp aerodinamic

Un asemenea corp poartă denumirea de corp aerodinamic, formă pe care o găsim în natură în picătura de apă în cădere sau în forma corpului păsărilor sau peștilor.

Din cele tratate pînă în prezent rezultă că rezistența la înaintare a corpurilor în aer depinde de densitatea aerului, de secțiunea maximă a corpului, pătratul vitezei și forma corpului.

Aceasta este, dealtfel, o lege importantă a aerodinamicii.

COMPUNEREA ȘI DESCOMPUNEREA FORȚELOR REGULA PARALELOGRAMULUI (fig. 15)

Este cunoscut, din fizică, faptul că o forță se caracterizează prin punct de aplicație, mărime, direcție și sens. Reprezentarea grafică a unei forțe se face prin aceste caracteristici și anume printr-o dreaptă care indică direcția și mărimea forței. Punctul de începere al dreptei este punctul de aplicație al forței. Sensul forței este indicat printr-o săgeată amplasată la capătul dreptei.

Două forțe, a și b , pot să acționeze asupra unui corp în trei moduri:

— Când forțele a și b au același sens (fig. 15 I), este ușor de înțeles că cele două forțe pot fi înlocuite cu o altă forță rezultată din suma celor două. Această forță o numim rezultatul (R).

— Când forțele a și b au sens opus (fig. 15 II); ele pot fi înlocuite cu o forță care în acest caz va fi ega-

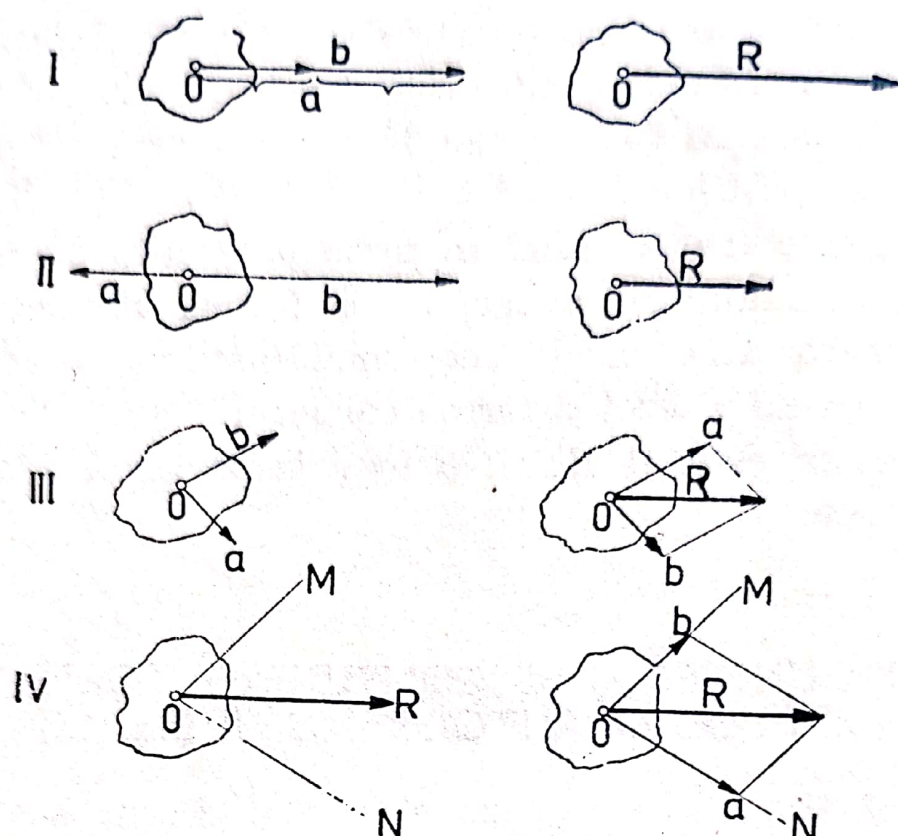


Fig. 15. Compunerea și descompunerea forțelor după regula paralelogramului

lă cu diferența dintre cele două forțe, rezultanta avînd sensul forței celei mai mari.

— Cînd forțele a și b formează un unghi oarecare (fig. 15 III), compunerea celor două forțe se face cu ajutorul regulii paralelogramului și anume: din extremitățile fiecărei forțe tragem cîte o paralelă la cealaltă forță obținîndu-se astfel un paralelogram.

Diagonala acestui paralelogram va arăta direcția, sensul și mărimea rezultantei (R). Deci compunerea a două forțe care se intersectează se face după regula paralelogramului. În cazurile precedente am înlocuit două forțe cu cîte o rezultantă, însă proce-

deul este reversibil și anume oricând o forță poate fi înlocuită cu două forțe care să aibă același efect asupra corpului respectiv.

Acest procedeu poartă denumirea de descompunerea unei forțe în două componente.

Dintre cazurile tratate anterior, privind compunerea forțelor, o să tratăm numai ultimul caz, întrucât în primele două cazuri descompunerea este foarte simplă. Descompunerea unei forțe în două componente se face tot cu ajutorul regulii paralelogramului forțelor.

Să descompunem forța (R) după două direcții date, OM și ON (fig. 15 IV). Din ambele capete ale forței R trasăm paralele la direcțiile OM și ON , obținându-se un paralelogram. Laturile a și b ale paralelogramului obținut vor fi egale ca mărime și sens, cu cele două forțe cu care putem înlocui forța (R). Să ne reîntoarcem la rezistența aerului. Să presupunem că placa noastră se mișcă într-un curent de aer, formînd cu direcția fileurilor de aer un unghi ascuțit. Acest unghi îl notăm cu α (alfa) și poartă denumirea de *unghi de incidență*.

În acest caz traiectoria fileurilor de aer nu va mai fi simetrică pe cele două fețe ale plăcii, adică pe deasupra și pe dedesubtul plăcii. Ca și în experiența precedentă, cu placa perpendiculară pe direcția fileurilor de aer, în fața plăcii vom avea o zonă de presiune iar în spatele ei, o zonă de depresiune, dar valoarea maximă a celor două zone de presiune, nu va fi în dreptul centrului plăcii, ci mai aproape de latura din față, numită bord de atac (fig. 16).

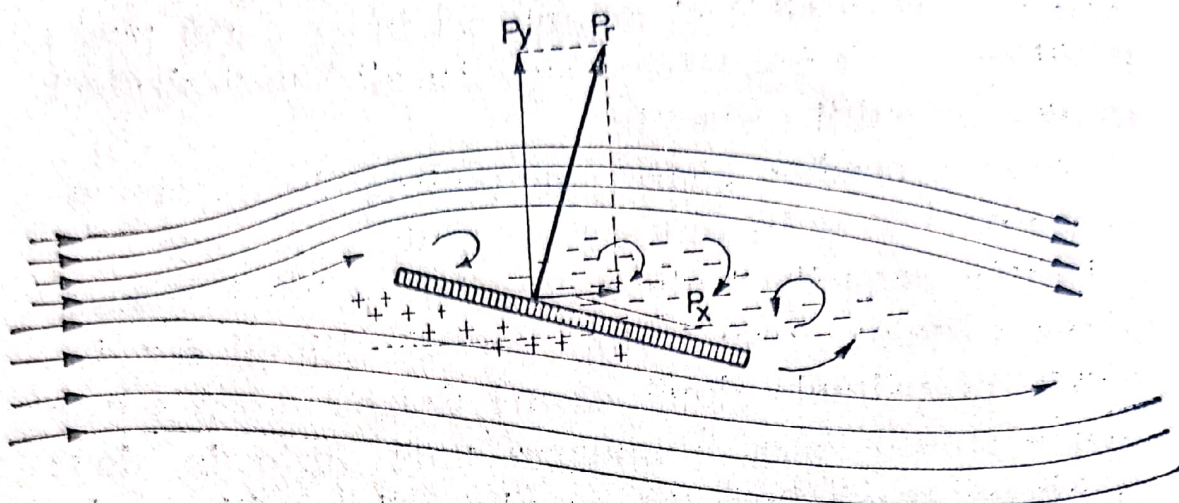


Fig. 16. Spectrograma planului amplasat în curentul de aer, sub un unghi de incidență.

Forța (P_r), care ia naștere în urma acțiunii celor două zone de presiune, cu ajutorul paralelogramului forțelor, poate fi descompusă în două componente, și anume una paralelă și alta perpendiculară pe direcția de înaintare. Dintre aceste forțe, forța (P_x), cea paralelă cu direcția de mișcare, se va opune mișcării plăcii, din care cauză poartă denumirea de *rezistență la înaintare*. Componenta perpendiculară pe direcția de mișcare, forța (P_y) va tinde să deplaseze placa în sus, din care cauză a fost denumită forță de portanță sau mai simplu *portanță*.

Primii constructori de avioane au proiectat aripile aparatelor în formă de placă dreptunghiulară. Mai târziu, în urma experiențelor s-a constatat că suprafețele curbe produc o portanță mai mare decât cele plane.

Odată cu dezvoltarea aviației s-a ajuns la concluzia că portanța se mărește simțitor dacă se uti-

lizează aripi cu o grosime mai mare, cu secțiune caracteristică de profil aerodinamic, fapt care a dus la mărirea rezistenței mecanice a aripii.

ARIPA PLANORULUI

Mișcînd un plan în aer, cu un anumit unghi de incidență, se obține forța totală aerodinamică, cu cele două componente, portanța și rezistența la înaintare, însă în acest caz portanța obținută este de numai 7—8 ori mai mare decît rezistența la înaintare, ceea ce nu este suficient pentru zborul avioanelor și planoarelor.

Scopul principal urmărit în construcția aripilor este de a se obține o forță de portanță cît mai mare și o rezistență la înaintare cît mai mică.

Cum se poate mări portanța și micșora rezistența la înaintare?

În primul rînd, pentru micșorarea rezistenței la înaintare aripa trebuie să aibă o secțiune aerodinamică, numit profil aerodinamic. Dacă aruncăm o privire asupra figurii 17, unde sînt reprezentate diferite secțiuni de aripi, observăm forma profilului de aripă și caracteristicile lui care sînt determinate de linia mediană, coardă și grosimea relativă.

Numim coardă a profilului dreapta imaginară care unește bordul de atac cu bordul de fugă. În cazul profilului cu suprafața inferioară (intradosul) con-

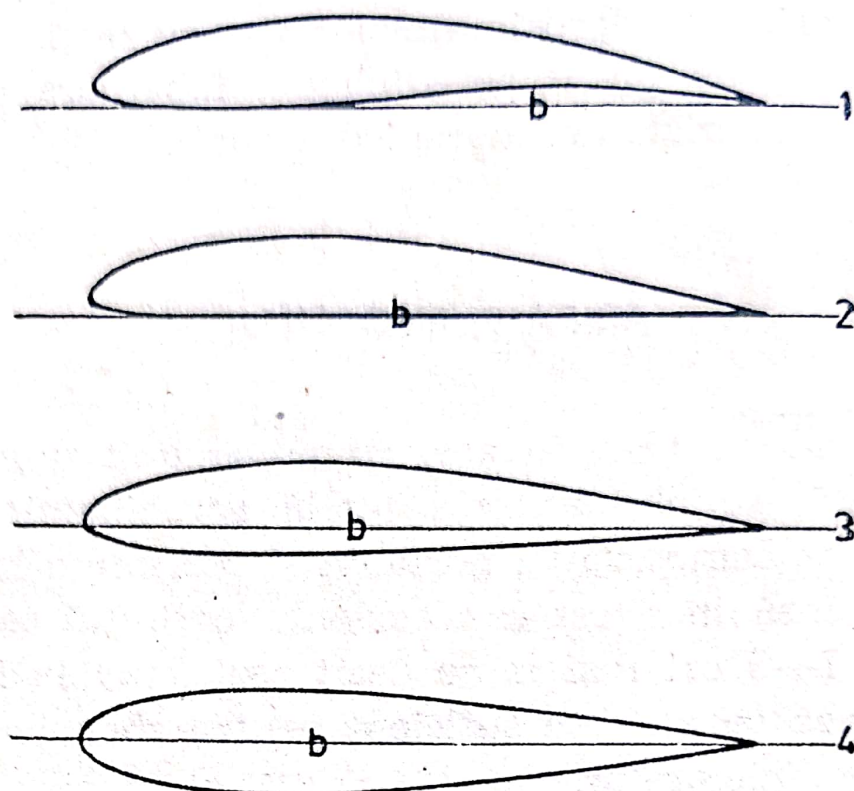


Fig. 17. Secțiuni transversale ale aripilor de planoare — profile: 1, 2, 3 profile curbe, 4 — profil simetric.

cavă sau dreaptă, coarda este tangenta la intrados, din bordul de fugă. (fig. 18).

Unghiul de incidență este unghiul format de coarda profilului și direcția de înaintare a aripii (direcția fileurilor de aer), cum se vede în figura 19.

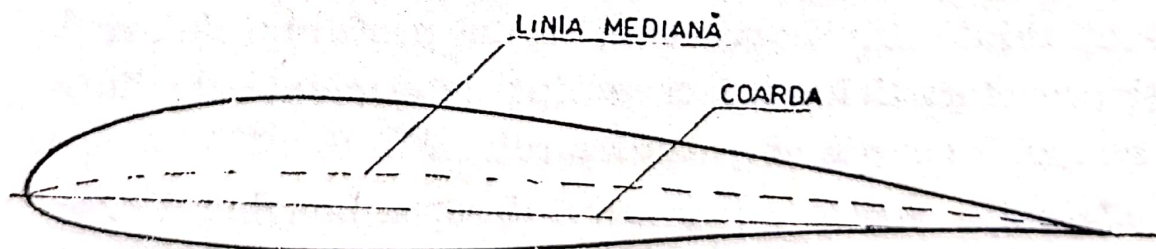


Fig. 18. Coarda și linia mediană a profilului.

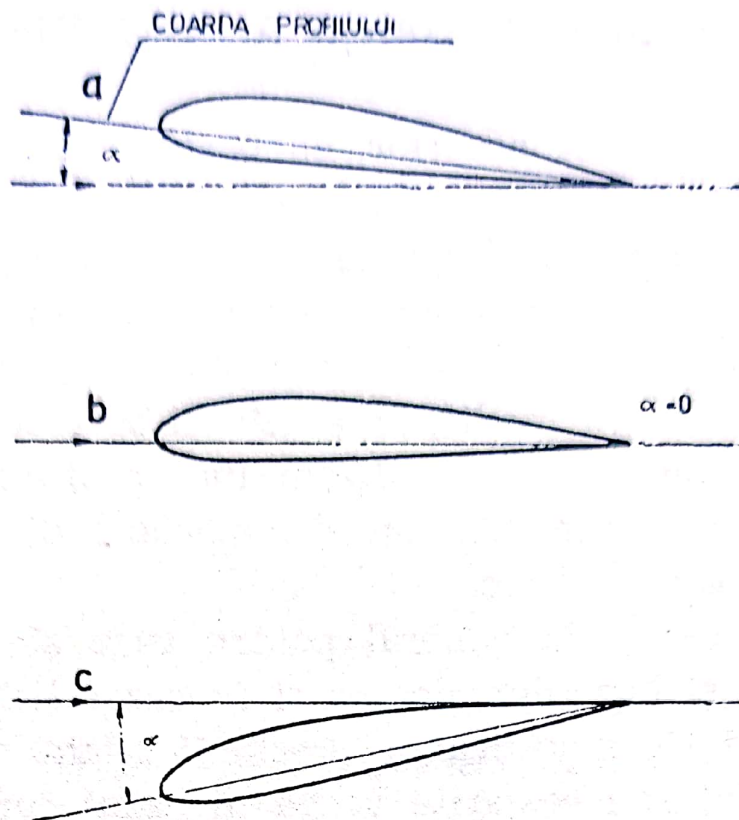


Fig. 19. Unghiuri de incidență: a) — pozitive, b) — nule, c) — negative

Unghiul de calaj se dă aripii pentru utilizarea mai bună a forței de portanță, avînd valori între cca 4° — 6° și este unghiul format de coarda aripii cu coarda apenajului orizontal, care în general este paralelă cu axa longitudinală a planorului (fig. 20).

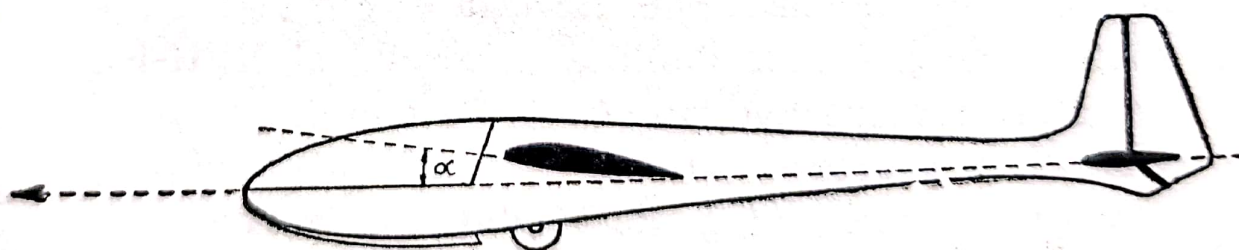


Fig. 20. Unghiul de calaj.

O ALTĂ LEGE IMPORTANTĂ A AERODINAMICII

Din cele tratate anterior, cunoaștem că aerul atmosferic apasă asupra tuturor corpurilor cu o anumită forță. Această forță de presiune este repartizată uniform pe toată suprafața Pământului și este perpendiculară pe aceasta. Totodată am putut constata că odată cu modificarea vitezei se modifică și presiunea aerului. Să analizăm mai profund acest fenomen interesant și foarte important din punct de vedere aerodinamic.

Pentru aer și în general pentru gaze sînt valabile aceleași legi dinamice ca și în cazul lichidelor. În consecință, modificarea presiunii odată cu modificarea vitezei se poate vedea în cazul cursurilor de apă (rîuri, pîrîuri, fluvii) unde albia fiind îngustă și puțin adîncă viteza de scurgere este mare.

Cînd vîntul întîlnește un defileu strîmt, viteza lui crește.

Deci cu cît secțiunea avută la dispoziție este mai mică, cu atît viteza de scurgere este mai mare. Din aceasta putem trage concluzia că dacă secțiunea de scurgere se micșorează, viteza crește și presiunea statică scade, iar dacă secțiunea crește, viteza scade și presiunea statică crește. Aceasta este o lege a aerodinamicii și a fost stabilită în secolul al XVII-lea de către savantul elvețian Daniel Bernoulli, fapt pentru care îi poartă și numele — Legea lui Bernoulli.

Pentru a ne convinge de valabilitatea acestei legi, putem face o experiență simplă: să luăm două coli de hîrtie și să le ținem suspendate, paralel una cu

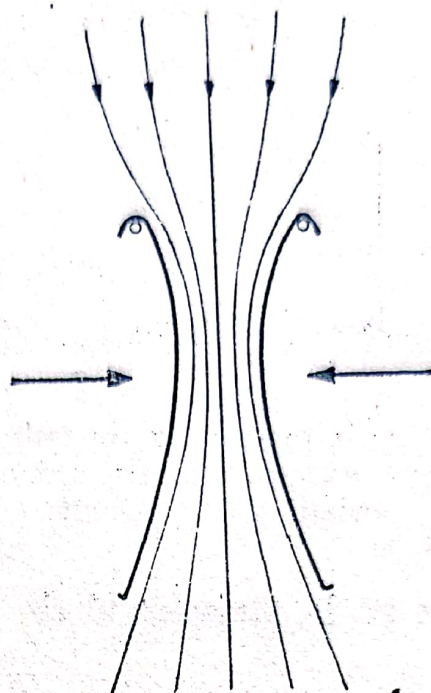


Fig. 21. Exemplificarea legii lui Bernoulli

cealaltă (fig. 21). Dacă suflăm între aceste coli, deci producem un curent puternic de aer, colile de hîrtie nu se vor îndepărta una de alta, cum am fi crezut, ci ele se vor apropia. Cauza acestei apropieri este simplă: în urma suflării, între colile de hîrtie s-a creat un curent de aer de o anumită viteză. În urma măririi vitezei, presiunea statică a aerului a scăzut, devenind mai mică decît presiunea statică a aerului din exteriorul colilor, unde aerul este staționar. În urma diferenței de presiune colile de hîrtie sub acțiunea presiunii exterioare se apropie.

Legea lui Bernoulli explică o serie de fenomene, care la prima vedere par de neînțeles, de exemplu: vînturile puternice dezvelesc casele smulgînd acoperișurile de pe partea opusă direcției de înaintare

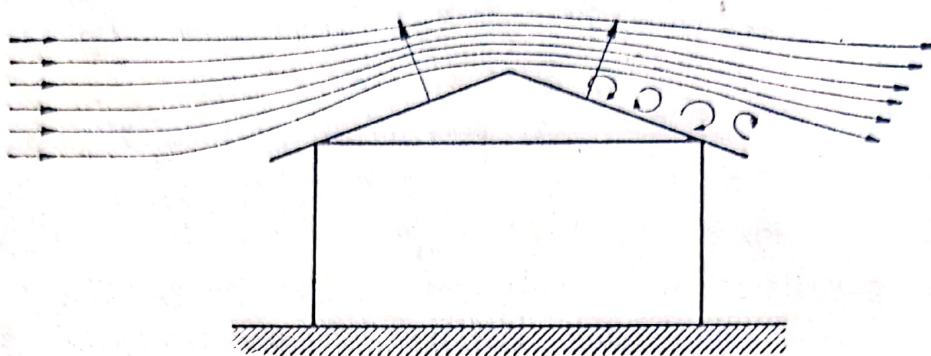


Fig. 22. Pe timp de vînt presiunea de sub acoperiș este mai mare decît presiunea exterioară. În urma depresiunii acoperișul va fi ridicat.

a vîntului, în loc să le strivească de partea de unde suflă vîntul.

În baza celor cunoscute, explicația este simplă și anume datorită pantei acoperișului, viteza de scurgere a aerului de deasupra este mai mare, ceea ce determină o scădere a presiunii statice, pe cînd sub acoperiș, unde aerul este staționar, presiunea statică rămîne aceeași, deci, ca valoare, mai mare decît cea din exterior.

Însumarea celor două cîmpuri de presiune determină deplasarea în sus a acoperișului (fig. 22).

PRODUCEREA FORȚEI DE PORTANȚĂ

În figura 23 este prezentată scurgerea fileurilor de aer, în jurul unei aripi, amplasate într-un curent de aer, sub un anumit unghi de incidență. Se observă la partea superioară a profilului (extrados) o com-

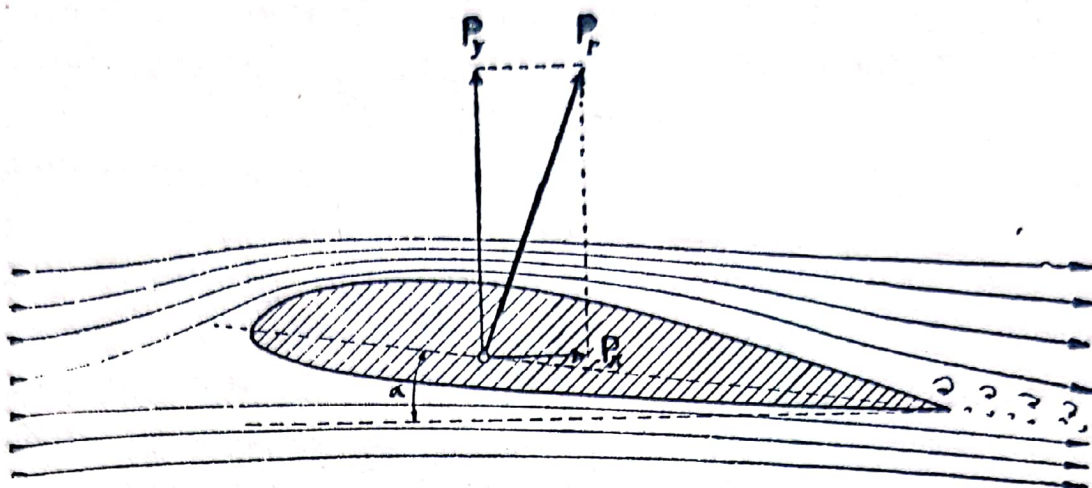


Fig. 23. Apariția portanței la unghiul de incidență dat.

primare a fileurilor de aer, deoarece sînt nevoite să treacă printr-o secțiune mai mică, în consecință viteza particulelor de aer va fi mai mare. La partea inferioară a profilului (intrados) viteza de scurgere este mai mică. După legea lui Bernoulli, presiunea statică este invers proporțională cu viteza de scurgere, deci unei viteze mari îi corespunde o presiune statică scăzută și invers.

În consecință o să se creeze pe extrados o zonă de depresiune, iar pe intrados o zonă de presiune. În urma acționării celor două cîmpuri de presiune, asupra profilului de aripă, va lua naștere o forță (P_r), numită forță totală aerodinamică.

După cum am văzut în capitolele precedente, această forță se poate descompune în două componente și anume, una perpendiculară pe direcția de mișcare, numită forță de portanță (P_y) și una paralelă cu direcția de mișcare, numită rezistență la înaintare (P_x).

Din valoarea totală a forței de portanță $2/3$ este datorată depresiunii de la extradós iar $1/3$ este datorată presiunii de la intradós (fig. 24).

Punctul de aplicație al forței totale aerodinamice (P_r), poartă denumirea de *centrul de presiune al profilului*. Poziția acestui centru de presiune depinde de valoarea unghiului de incidență a profilului, de exemplu: la unghiuri de incidență mici (între $6-10^\circ$) centrul de presiune se găsește la circa $1/3$ din coarda profilului, față de bordul de atac.

Odată cu modificarea unghiului de incidență, se modifică și circulația aerului din jurul profilului, ceea ce atrage după sine modificarea mărimii forței totale aerodinamice (P_r) și în special a componente sale (P_y), forța de portanță. Valoarea maximă a forței de portanță se obține la unghiuri de incidență de cca. 16° .

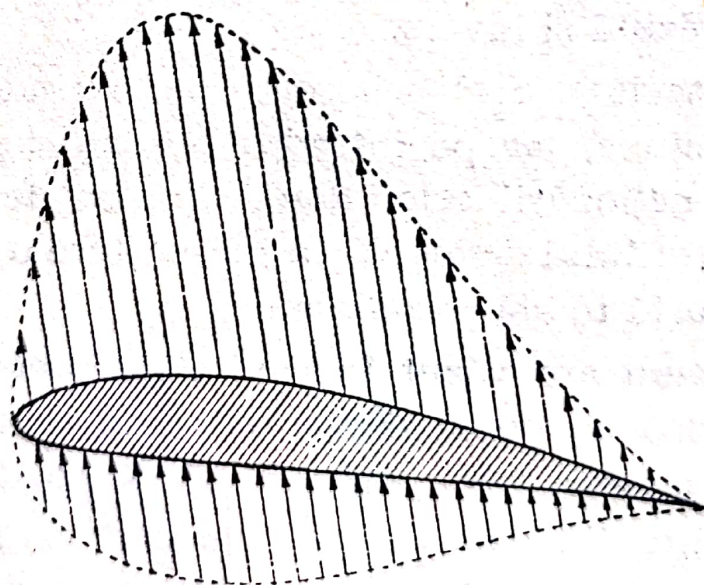


Fig. 24. Repartiția portanței pe suprafața profilului de aripă.

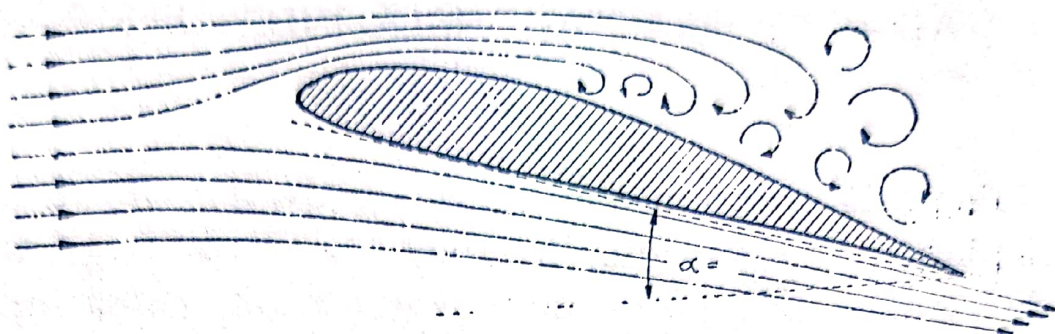


Fig. 25. Unghiul de incidență critic.

Dacă mărim peste această valoare unghiul de incidență, portanța va scădea brusc iar rezistența la înaintare se va mări simțitor (modificarea unghiului de incidență în zbor se efectuează de către pilot prin bracarea profundorului).

Unghiul de incidență la care valoarea forței de portanță este maximă, poartă denumirea de *unghi de incidență critic*. La depășirea acestui unghi, fileurile de aer nu mai pot urmări suprafața profilului, se desprind de aceasta, și ia naștere o zonă turbionară care determină dispariția forței de portanță și creșterea bruscă a rezistenței la înaintare (fig. 25).

În concluzie, planorul este menținut în aer, sau mai bine zis purtat în aer, de către forța portantă, de aceea aripa planorului mai poartă denumirea și de *suprafață portantă*.

Din cele tratate rezultă, că pentru realizarea zborului trebuie să acționeze asupra aripii o anumită forță de portanță, adică să aibă o anumită viteză de înaintare. Deci pentru a se desprinde de pământ și a zbura, aripa planorului trebuie să „poarte” deci are nevoie de viteză, în consecință planorul și avionul vor decola și ateriza cu o anumită viteză.

ATRAȚIA GRAVITAȚIONALĂ ÎNLOCUIEȘTE MOTORUL

Poate la prima vedere, pare curios, dar viteza de deplasare a planorului în zbor liber este asigurată de atracția gravitațională a pământului. După cum se știe, planorul, prin specificul lui, nu este dotat cu nici un fel de mijloc de propulsie, iar asigurarea vitezei necesare desprinderii (decolării) planorului, în decursul dezvoltării sale, a cunoscut — și cunoaște mai multe metode.

În zonele de dealuri și în perioada de început, planoarele se lansau cu o funie de cauciuc (sandoul) de pe diferite înălțimi.

În zona de șes, pentru lansarea planoarelor s-a inventat automosorul, iar metoda cea mai avansată și utilizată în prezent o constituie remorcajul planoarelor cu avionul.

Indiferent însă de metoda de lansare utilizată, odată cu declanșarea sandoului sau a cablului de remorcaj, deci din momentul încetării tracțiunii, planorul coboară (se înfundă) încontinuu.

Dacă nu ar avea aripi, în urma acțiunii forței gravitaționale, planorul s-ar prăbuși pe verticală, deci cu ajutorul aripilor acțiunea forței de atracție gravitațională este transformată în tracțiune, ceea ce permite planorului un zbor planat, sub un unghi foarte mic (alunecarea pe un plan înclinat).

Planorul coboară încontinuu, dar între timp se deplasează înainte, deci prețul înaintării este pierderea de înălțime.

Din cele spuse reiese că planorul nu poate executa decît zboruri planate, pe o traiectorie descendentă continuă. Ceva asemănător se întîmplă și cu avionul, în cazul cînd încetează tracțiunea. Viteza necesară zborului orizontal și urcării sînt asigurate de lucrul mecanic depus de organul motor, lucru mecanic transformat în tracțiune de către elicea avionului.

În cazul coborîrii, se reduce turajul motorului, în așa fel încît tracțiunea să fie nulă, avionul va coborî planînd, în același mod ca planorul, viteza de deplasare fiind asigurată de panta de coborîre (unghiul de planare), mult mai accentuat decît în cazul planorului.

Totuși, cum se poate ca un asemenea aparat de zbor, mai greu ca aerul și lipsit de orice mijloc de propulsie, să efectueze zboruri cu cîștig de înălțime de ordinul miilor de metri și zboruri de distanță de peste 1600 km. Despre aceste lucruri, precum și de modul în care planorul își obține viteza inițială necesară zborului o să tratăm în capitolele următoare.

Din cele tratate pînă acum reiese că planorul este tras în jos de către forța gravitațională, în sus de către forța portantă și înapoi de către forța de rezistență la înaintare.

În urma acționării acestor forțe planorul va urma o traiectorie în coborîre, sub unghi ascuțit numit unghi de planare (pantă de coborîre).

Înclinarea pantei de coborîre se poate defini prin două valori: direct prin valoarea unghiului de pla-

nare și indirect prin raportul dintre unitatea de distanță parcursă, fără cumul de energie exterioară, și unitatea de înălțime inițială, acest raport purtând denumirea de *raport de finețe*, sau *finețea* planorului. Cifra care ne indică valoarea raportului dintre portanță și rezistența la înaintare, poartă denumirea de finețe a aripii, iar valoarea unghiului de incidență la care aripa are finețea maximă, este denumită unghi de *finețe optimă*.

La majoritatea aripilor de planoare, valoarea acestui unghi nu depășește 4—6°.

POLARA LILIENTHAL

Determinarea coeficientului de portanță și rezistență la înaintare, pentru diferite profile, se efectuează prin măsurători în tunele aerodinamice.

Rezultatele acestor experiențe se reprezintă grafic printr-o diagramă numită *polară diagramă* care a fost construită pentru prima oară de către pionierul planorismului mondial Otto Lilienthal.

În figura 26 este reprezentată o asemenea diagramă, unde pe axa verticală sînt notate valorile coeficientului de portanță (C_y), iar pe axa orizontală valoarea coeficientului de rezistență la înaintare (C_x). Punctele măsurate sînt reprezentate prin cerceulețe, în dreptul cărora sînt trecute valorile unghiurilor de incidență corespunzătoare. Punctul de finețe optimă este punctul în care diagrama arată valori de

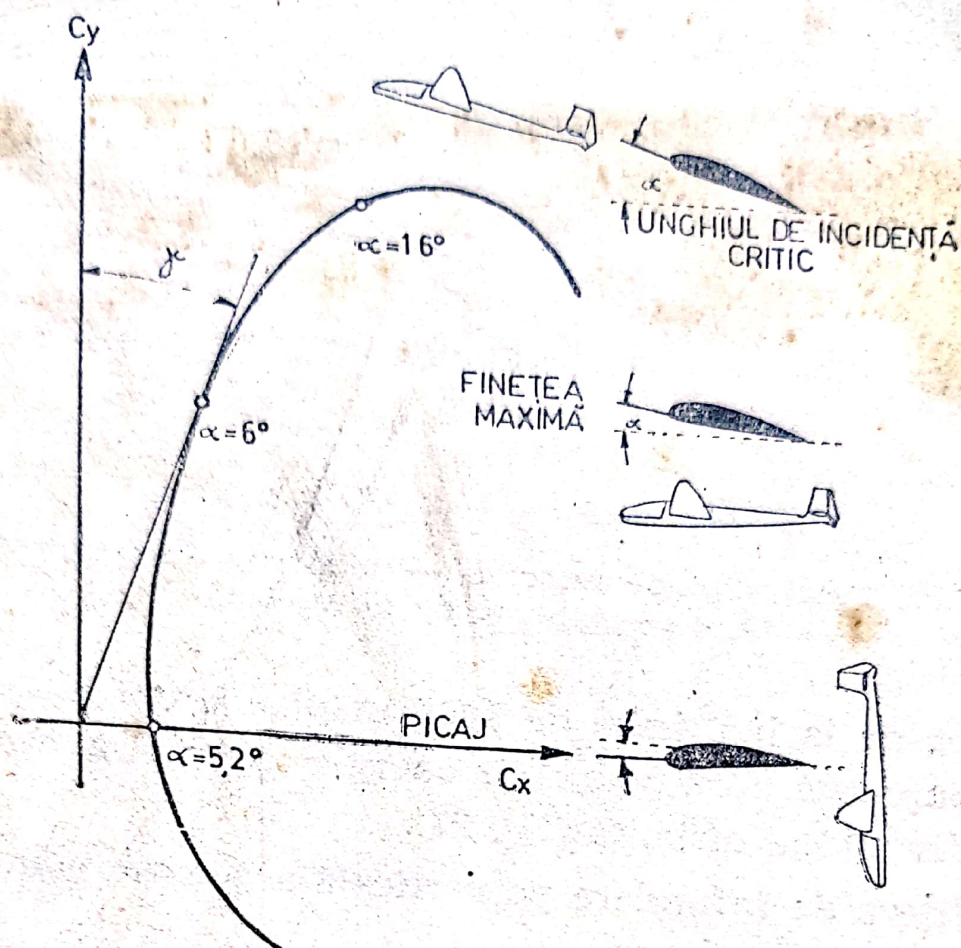


Fig. 26. Polara Lilienthal C_y — coeficient de portanță, C_x , — coeficient de rezistență la înaintare, α (alfa) unghi de incidență, γ (gama) unghi de planare optim.

portanță maxime la valorile de rezistență la înaintare minimă raportate la valoarea unghiului de incidență deci în punctul de tangență la curbă a unei drepte care trece prin originea axelor.

Unghiul γ (gama) raportat la valoarea unghiului de incidență format de axa verticală și această tangentă nu este altceva decât unghiul de pantă minim al planorului.

La începuturile planorismului, raportul de finețe al planoarelor era foarte mic, de ordinul 1 : 8, 1 : 10,

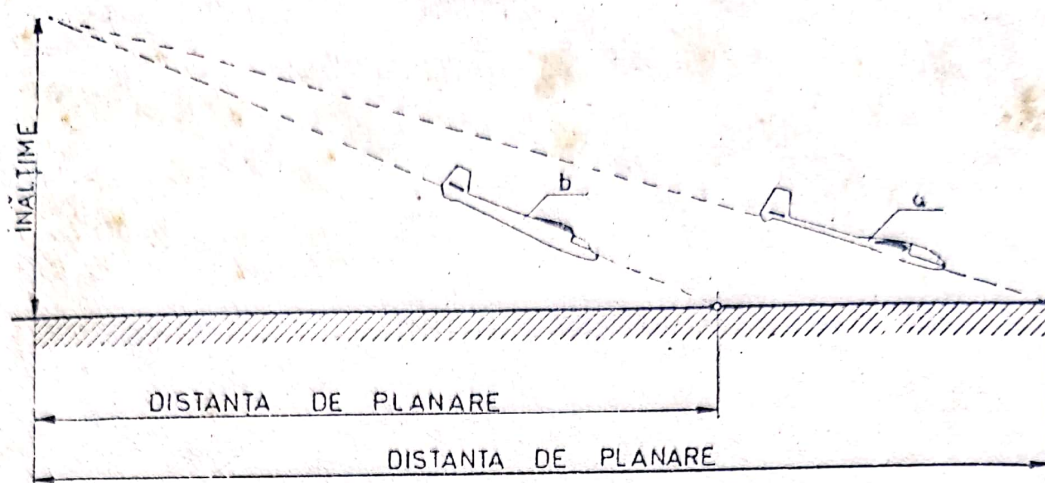


Fig. 27. Finețea planoarelor: a — moderne de performanță, b — planeare de tip vechi.

adică de la înălțimea de 1000 m planearele reușeau să parcurgă, fără cumul de energie exterioară, 8 respectiv 10 km distanță (fig. 27).

Viteza de înfundare pe verticală a acestor planeare era de cca 1,5 m/s.

La ora actuală, finețea planoarelor moderne este cuprinsă între 1 : 40, 1 : 48, iar viteza de înfundare minimă nu depășește valoarea de 0,5—0,8 m/s (fig. 28). Aceasta înseamnă că de la înălțimea de 1000 m planearele moderne de mare performanță (cu finețea 1 : 40) pot parcurge distanțe de peste 40 km.

Fiecărei valori de finețe îi corespunde un unghi de planare dat și anume: la finețea de 1 : 20 corespunde cca 3°; la 1 : 30 cca 2° și la 1 : 40 cca 1,5°.

Dacă ne uităm pe un raportor observăm cât de mici sînt aceste valori de unghiuri, deci ce pantă mică de coborîre au planearele.

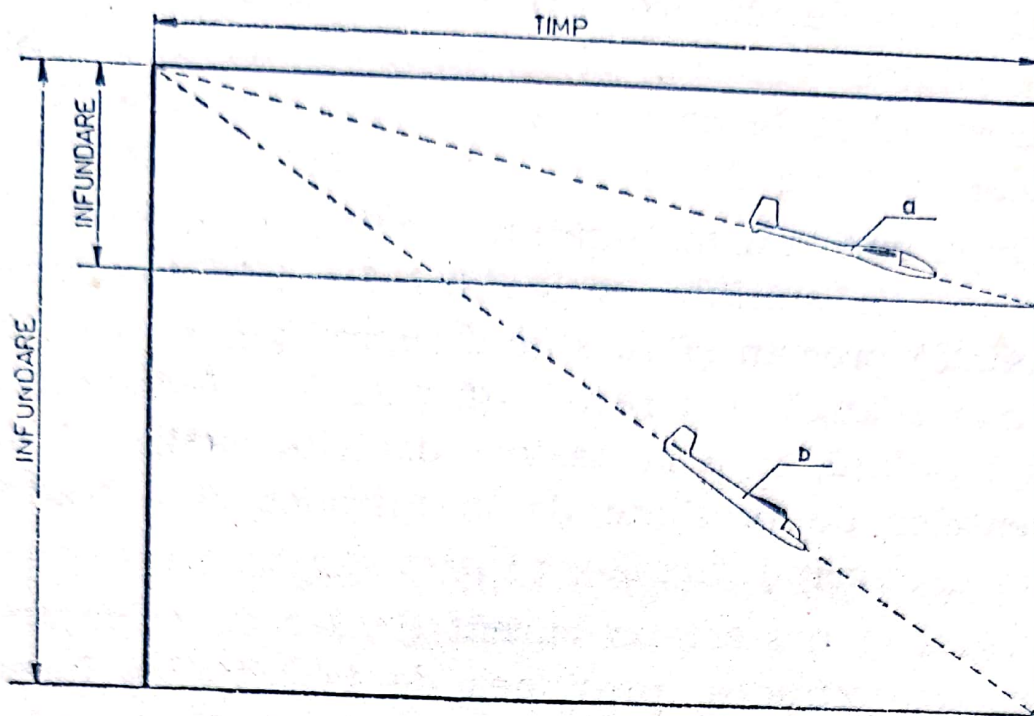


Fig. 28. Viteza de înfundare a planoarelor: a — moderne de performanță, b — de tip vechi.

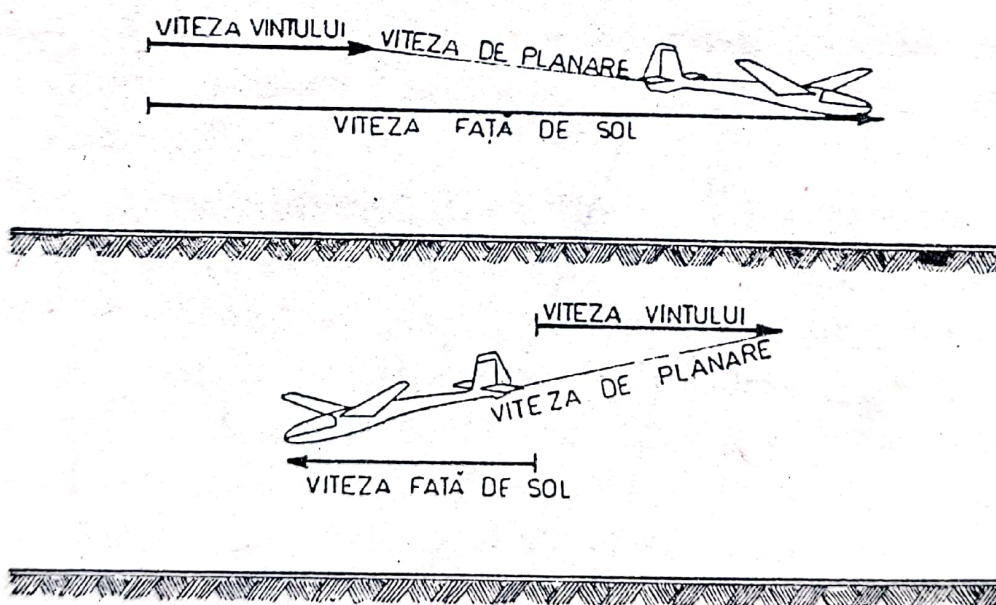


Fig. 29. Distanța de planare este influențată de vînt. Vîntul din spate mărește, vîntul din față micșorează distanța de planare.

Distanța de planare este influențată de direcția și intensitatea vîntului și anume: vîntul din spate mărește distanța de planare pe cînd vîntul din față o scurtează (fig. 29).

După cum am mai amintit rezistența la înaintare depinde de mărimea suprafeței frontale (secțiunea maximă) precum și de starea suprafeței. La acestea se mai adaugă și o rezistență pasivă, numită *rezistență indusă*, care ia naștere datorită egalizării diferențelor de presiune de la intrados și extrados, la capătul aripii (fig. 30).

Astfel ia naștere un curent de aer cu orientarea intrados, extrados, presiunea de la intrados încercînd să se echilibreze cu depresiunea de la extrados, curent de aer care tulbură scurgerea fileurilor de aer

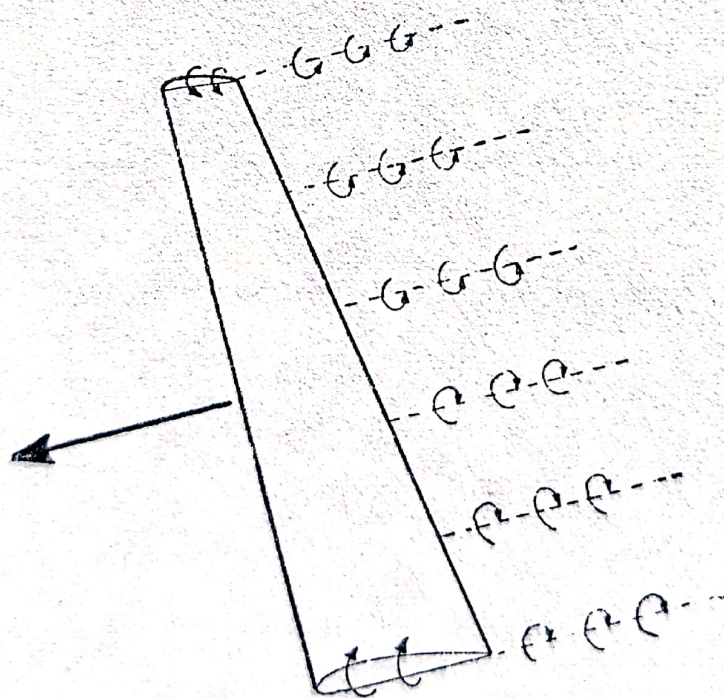


Fig. 30. Rezistența indusă.

la capătul aripii, dînd naștere unei zone turbulente, deci unei rezistențe pasive.

Valoarea acestei rezistențe induse se poate reduce prin alungirea aripii (îngustarea spre capete), cu cît alungirea va fi mai mare cu atît rezistența indusă va fi mai mică. De aceea planoarele sînt construite cu aripi de anvergură mare și suple, fiind îngustate către capete.

FORȚELE CARE ACȚIONEAZĂ ASUPRA PLANORULUI ÎN ZBOR PLANAT

După cum am văzut în capitolele precedente, planorul zboară pe o traiectorie în pantă de coborîre continuă, traiectorie care formează cu orizontala un anumit unghi, numit *unghi de planare*.

Asupra planorului în zbor acționează două forțe și anume: greutatea planorului (G) și forța totală aerodinamică (Pr).

Forța gravitațională (G) acționează întotdeauna pe verticală și va avea sensul îndreptat în jos, iar forța totală aerodinamică va fi întotdeauna perpendiculară pe coarda profilului și îndreptată în sus. Ca planorul să aibă o mișcare rectilinie uniformă aceste două forțe trebuie să fie egale și de sens contrar, în tot timpul mișcării, deci să se găsească încontinuu în echilibru dinamic.

După cum am văzut cele două forțe pot fi descompuse în cîte două componente și anume: unele

paralele cu direcția de înaintare, altele perpendiculare pe direcția de înaintare.

Prin descompunerea forței (P_r), obținem componenta perpendiculară pe direcția de mișcare numită forță de portanță (P_y), și componenta paralelă cu direcția de înaintare numită rezistența la înaintare (P_x).

Forța gravitațională se descompune după aceeași metodă, obținându-se cele două componente G_1 și G_2 (fig. 31).

Comparînd cele două grupuri de forțe vom constata că forța de portanță nu este egală cu greutatea, și echilibrează doar o parte din ea și anume componenta perpendiculară pe direcția de mișcare, G_1 . Astfel zis, în timpul zborului în pantă normală portanța este mai mică decît greutatea planorului și în consecință planorul zboară încontinuu cu pierdere de înălțime.

Componenta greutății paralelă cu direcția de înaintare, G_2 este echilibrată de rezistența la înaintare.

În figura noastră, unghiul format de planul orizontal și traiectoria planorului este unghiul de planare și se notează cu litera grecească γ (gama).

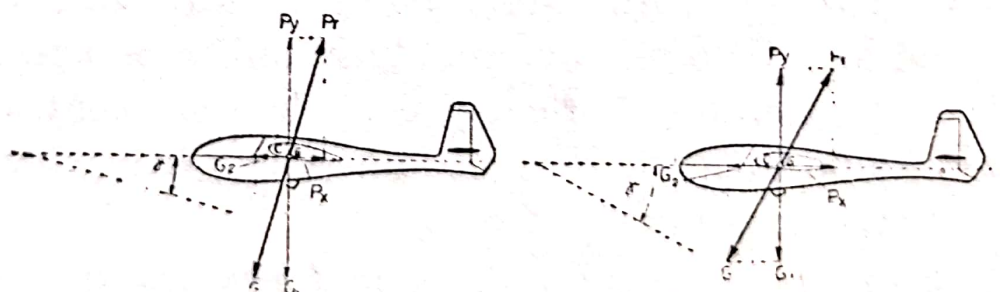


Fig. 31. Forțele care acționează asupra planorului în zbor planat.

Dacă pilotul presează de manșă (profundorul se brachează în jos), unghiul de incidență scade, ceea ce determină mărirea unghiului de pantă, adică planorul va avea o traiectorie mai înclinată. În acest caz observăm creșterea forței G_2 și micșorarea forței G_1 . Creșterea forței G_2 determină creșterea vitezei, dar totodată și creșterea rezistenței la înaintare, dar odată cu mărirea vitezei aceste forțe revin în echilibrul inițial și mișcarea planorului va fi uniformă.

ÎNCĂRCĂTURA PE SUPRAFAȚĂ

Dacă împărțim greutatea planorului la mărimea suprafeței portante, obținem încărcătura specifică pe unitatea de suprafață. La planoarele actuale, valoarea acestei încărcături este în medie de 20—25 kg/m².

Mărirea încărcăturii pe unitatea de suprafață îmbunătățește unghiul de pantă, dar mărește viteza de înfundare. De aceea în construcția de planoare aceste două cerințe trebuiesc corelate, cele mai bune soluții fiind utilizarea căilor de mijloc.

CENTRUL DE GREUTATE

Punctul în care un corp este suspendat în așa fel încât să rămână în echilibru se numește *centrul de greutate*.

Planorul își execută toate evoluțiile în zbor normal în jurul centrului de greutate. Putem spune că planorul în zbor este suspendat de forța de portanță care ia naștere pe aripă, iar centrul de greutate este punctul de aplicație al greutății.

Planorul este construit pentru a transporta o greutate bine stabilită, zborul lui fiind echilibrat numai când se respectă această greutate. În acest caz centrul de greutate al planorului se menține în poziția dorită, adică în același plan cu punctul de aplicație al forței de portanță, numit *centru de presiune* (fig. 32 a).

În cazul în care centrul de greutate nu se găsește pe aceeași linie cu centrul de presiune, ci este în

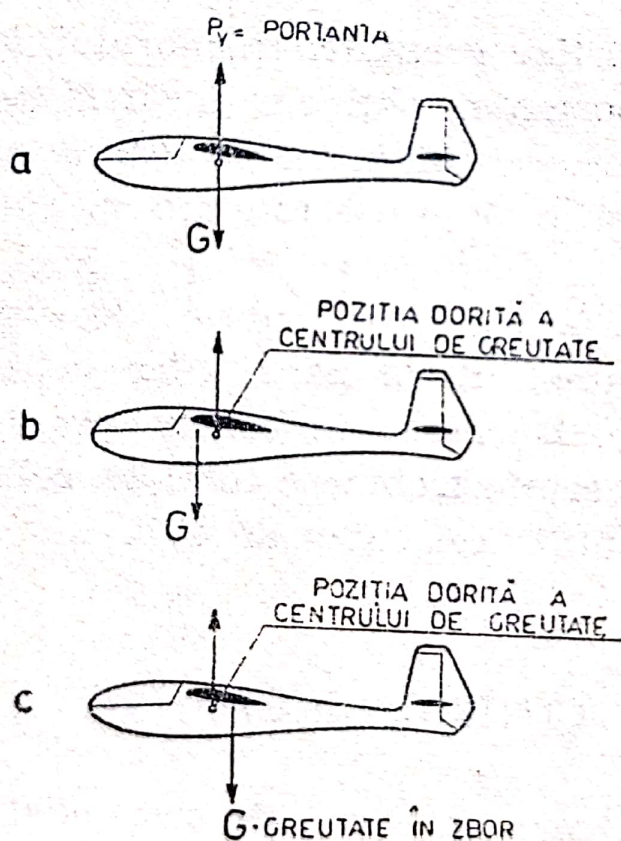


Fig. 32. Centrajul planorului: a — centraj corect, b) planorul este greu de bot, c) planorul este greu de coadă.

fața acestuia, de exemplu dacă greutatea pilotului este mai mare decât cea proiectată, planorul are tendință de picaj, în termeni aviatici, este greu de bot (fig. 32 b).

Pentru a menține echilibrul planorului trebuie să bracă profundorul în sus prin tragere de manșă.

Dacă centrul de greutate se află în spatele centrului de presiune, greutatea pilotului fiind mai mică decât cea proiectată, planorul va avea tendință de cabraj, în termeni aviatici va fi ușor de bot. Pentru refacerea echilibrului va trebui să bracă profundorul în jos, prin presarea manșei (fig. 32c).

Corectarea poziției centrului de greutate se poate face prin modificarea poziției pilotului (în carlingă) și anume piloții mai ușori vor sta cât mai în față, iar cei grei vor sta cât mai în spate, prin utilizarea unor perne de spate.

Centrajul planorului (cum se mai numește echilibrarea lui) este o problemă importantă, deoarece prin respectarea lui se pot evita urmările unor greșeli de pilotaj ce pot surveni în timpul zborului, planoarele centrate corect fiind mai ușor de pilotat.

PILOTAREA PLANORULUI

Planorul, în timpul mișcării lui de înaintare (a zborului), poate efectua mișcări în jurul a trei axe. Aceste axe imaginare trec prin centrul de greutate al planorului și sînt perpendiculare între ele (fig. 33).

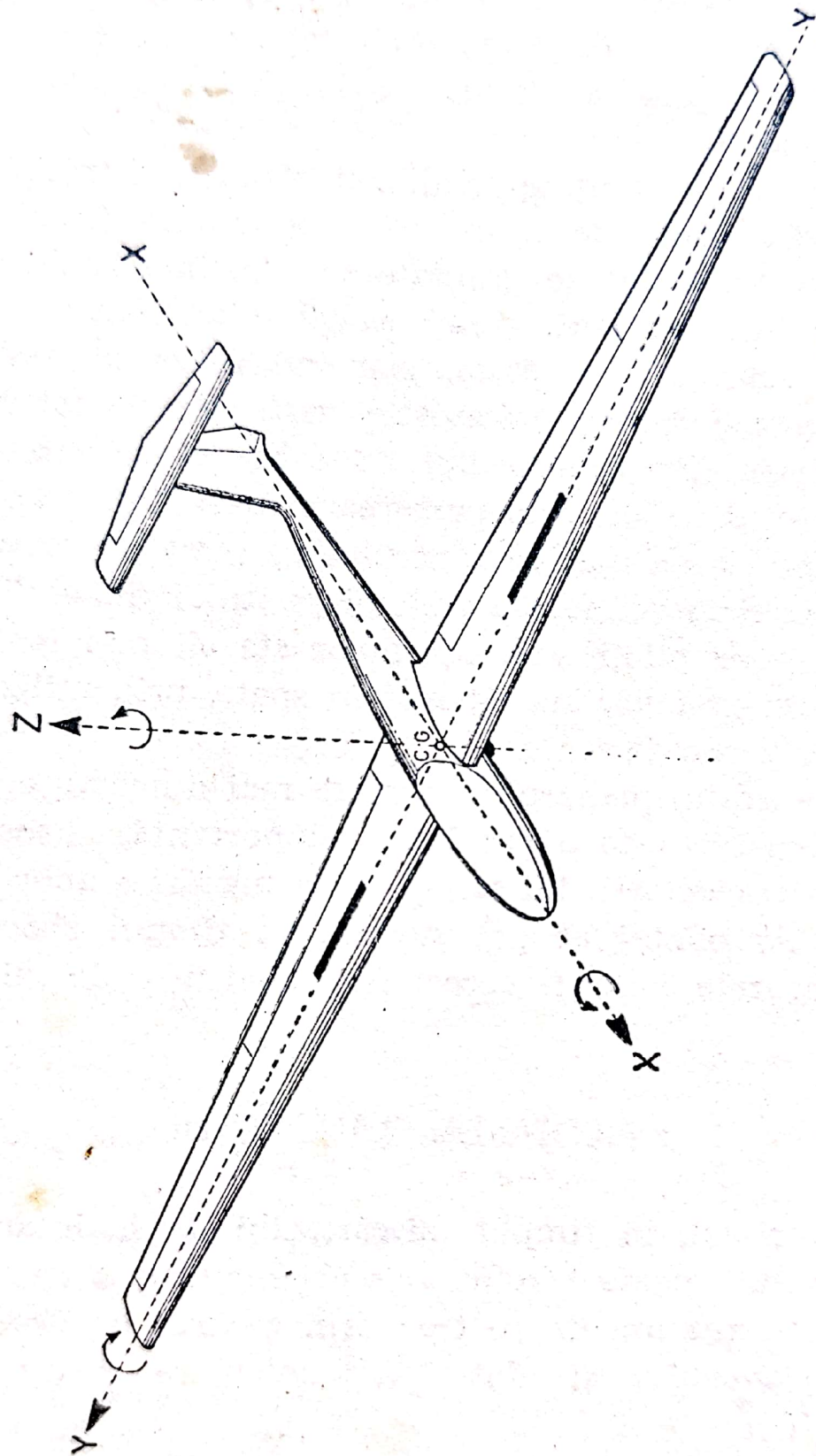


Fig. 33. Axele planorului: x = axa longitudinală, y = axa transversală, z = axa verticală, CG = centrul de greutate.

Axa care unește botul planorului cu coada lui (axul fulajului) se numește *axa longitudinală* ($x-x'$). Pe aceasta este perpendiculară axa care unește capetele aripilor, numită *axa transversală* ($y-y'$). A treia axă, cea verticală ($z-z'$) este perpendiculară pe celelalte două.

După cum știm, planorul este dotat cu trei comenzi principale și anume: profundorul, direcția și eleroanele, comenzi cu care pilotul poate determina mișcarea planorului în jurul celor trei axe.

Dacă tragem de manșă profundorul se brachează în sus, iar forța aerodinamică care ia naștere determină coborîrea ampenajului, deci cabrarea planorului. În consecință, prin această manevră mărim unghiul de incidență al aripii (va crește portanța), iar planorul își va reduce viteza de zbor (fig. 34 a).

Dacă presăm de manșă se întâmplă fenomenul invers, planorul va zbura mai repede, adică în urma efectului de profundor, care coboară planorul se va mișca în jurul axului transversal, micșorînd unghiul de incidență al aripii, și micșorînd totodată și portanța (fig. 34 b).

În fig. 34 c este arătată traiectoria de zbor a planorului la finețea maximă, adică avînd unghiul de incidență optimă (cca 6°) și viteza de înaintare corespunzătoare, numită *viteză optimă*.

Fiecare planor are o viteză optimă, căreia îi corespunde finețea maximă.

Dacă zburăm cu viteze mai mari sau mai mici decît viteza optimă, finețea planorului va scade. Constructorii numesc viteza corespunzătoare fineței maxime, *viteză de drum*.

Eleroanele determină rotirea planorului în jurul axului longitudinal. Dacă acționăm manșa în partea stângă, eleronul din partea stângă se va braca în sus, iar celălalt se va braca în jos.

În urma efectului acestora, planorul se va înclina pe stînga. Dacă acționăm manșa în partea dreaptă, se produce fenomenul invers, adică planorul se înclină spre dreapta.

Dacă în timpul zborului planorul se înclină este readus în poziție orizontală cu ajutorul eleroanelor (fig. 35).

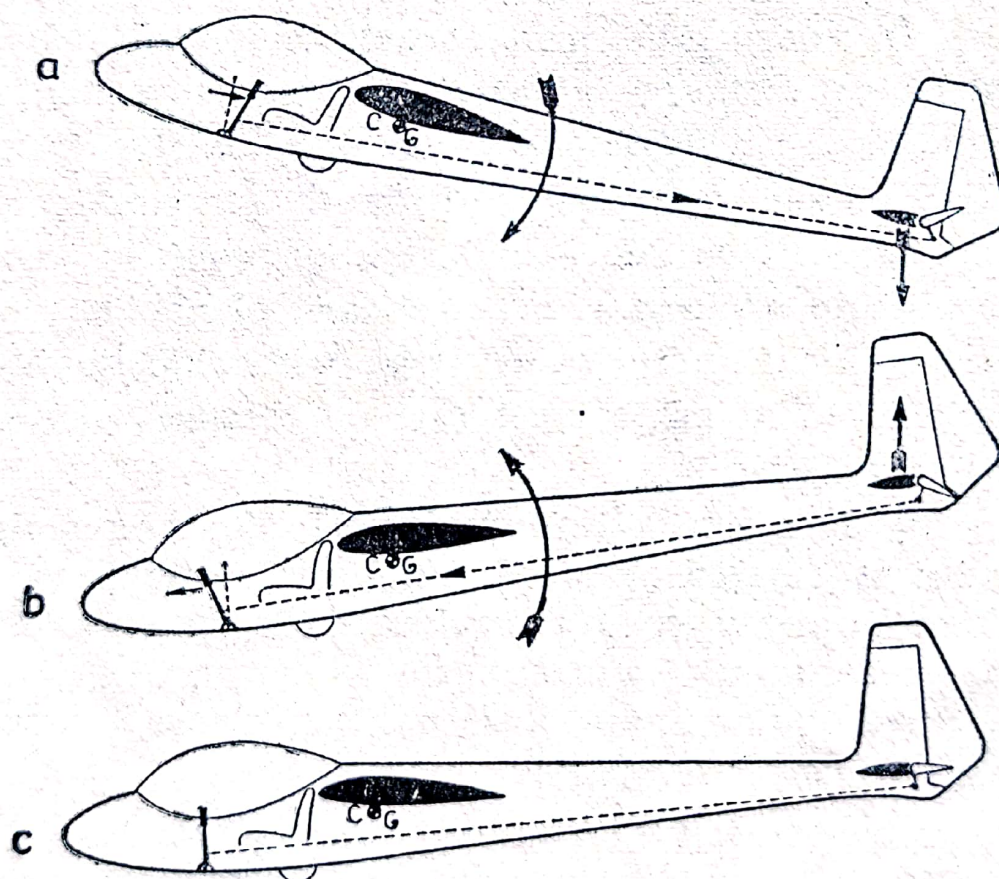


Fig. 34. Efectul profundorului: a) cabraj, b) picaj, c) unghiul de pantă optim, planorul zboară pe panta de coborîre optimă, deci cu viteza optimă și finețea maximă.

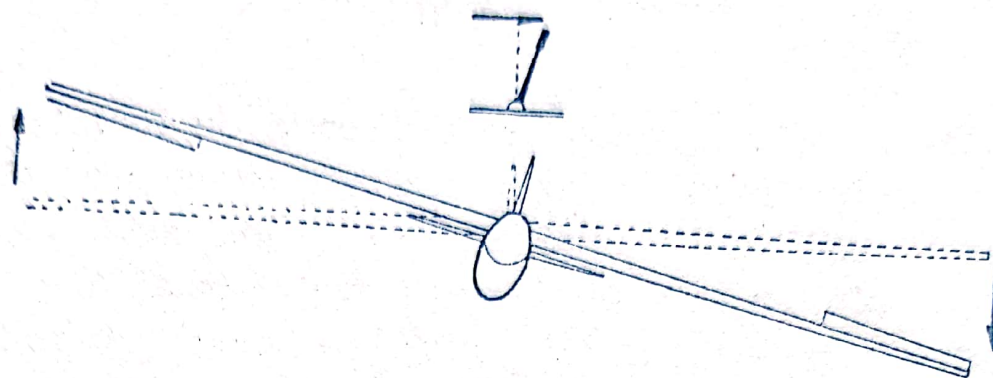


Fig. 35. Efectul eleroanelor

Direcția este acționată cu picioarele, prin intermediul palonierelor, și determină rotirea planorului în jurul axului vertical.

De exemplu, dacă acționăm palonierul drept partea mobilă a ampenajului vertical se va braca spre dreapta, dând naștere la o forță aerodinamică, care va deplasa coada planorului spre stînga deci botul planorului se va deplasa spre dreapta (fig. 36).

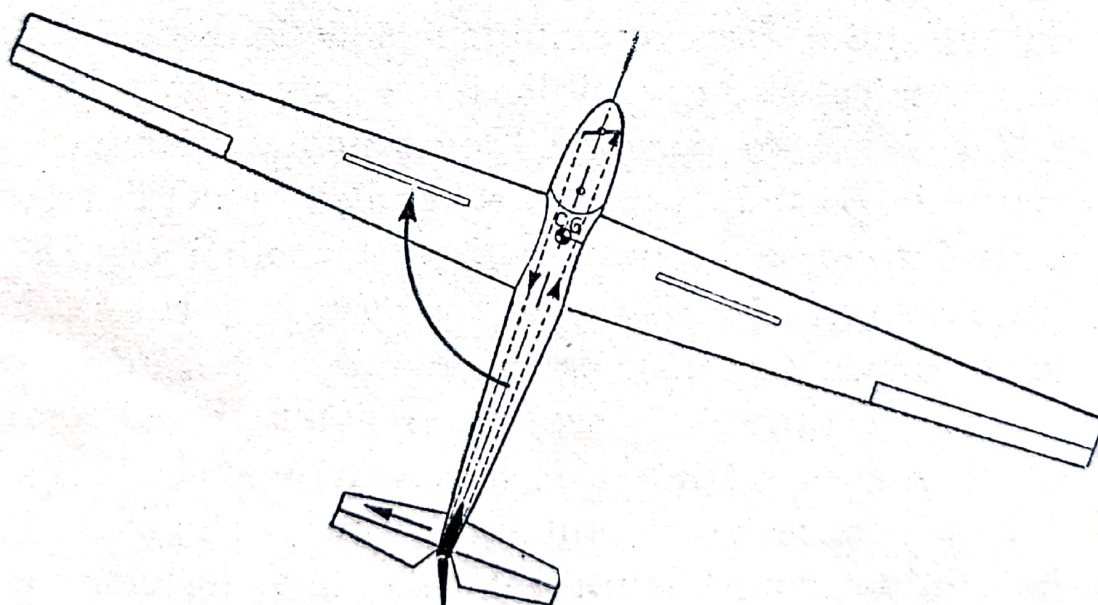


Fig. 36. Efectul direcției

EXECUTAREA VIRAJELOR

Dacă dorim să modificăm direcția de înaintare a planorului trebuie să o facem prin executarea virajelor. Acționînd numai asupra palonierelor botul planorului se va deplasa pe partea respectivă, și datorită inerției planorul nu-și va modifica traiectoria, derapînd pe partea în care am acționat palonierul.

Pentru a evita acest derapaj și pentru a obliga aparatul să execute un viraj corect trebuie ca simultan cu acționarea palonierului pe partea dorită să acționăm și manșa pe aceeași parte, deci să înclinăm planorul evitînd astfel derapajul.

Unghiul de înclinare depinde direct proporțional de viteza de zbor și invers proporțional de raza de viraj.

În cazul unui viraj corect, forțele care acționează asupra planorului sînt în echilibru dinamic. În timpul virajului forța gravitațională acționează tot în plan vertical și este echilibrată de componenta verticală a forței de portanță. Componenta orizontală a forței de portanță trebuie să anuleze efectul forței centrifuge care ia naștere datorită rotirii (fig. 37).

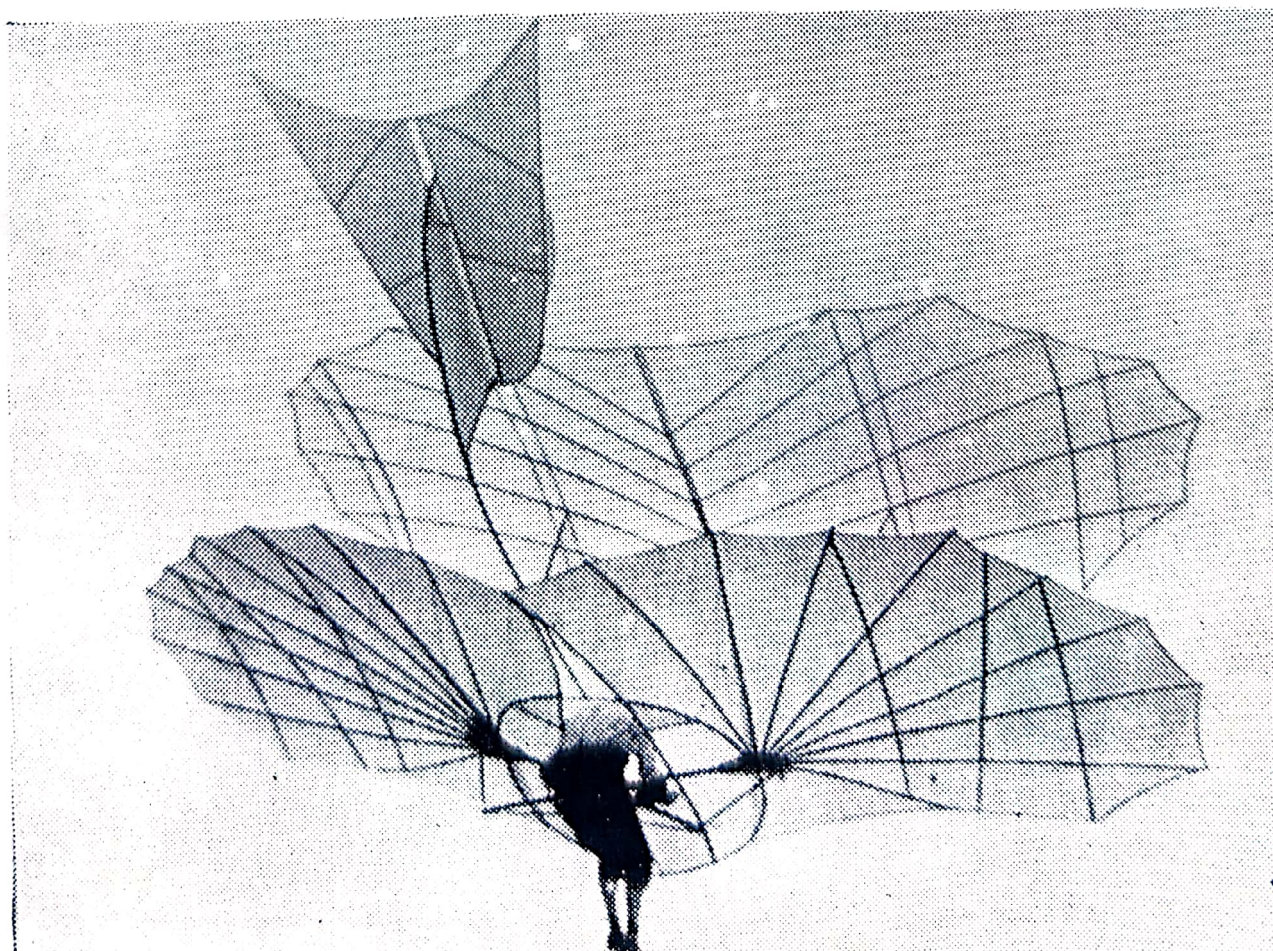
Cu cît înclinăm mai mult planorul în jurul axului longitudinal, cu atît avem nevoie de o viteză de zbor mai mare, astfel ca portanța creată să poată anula rezultanta greutății și a forței centrifuge.

În concluzie, în timpul unui viraj înclinarea planorului determină echilibrul dinamic al forțelor care acționează asupra planorului.

Primul zbor plutit de
pantă cu planorul e-
fectuat de W. Wright
(USA) în anul 1911 (9
min. 45 sec.)



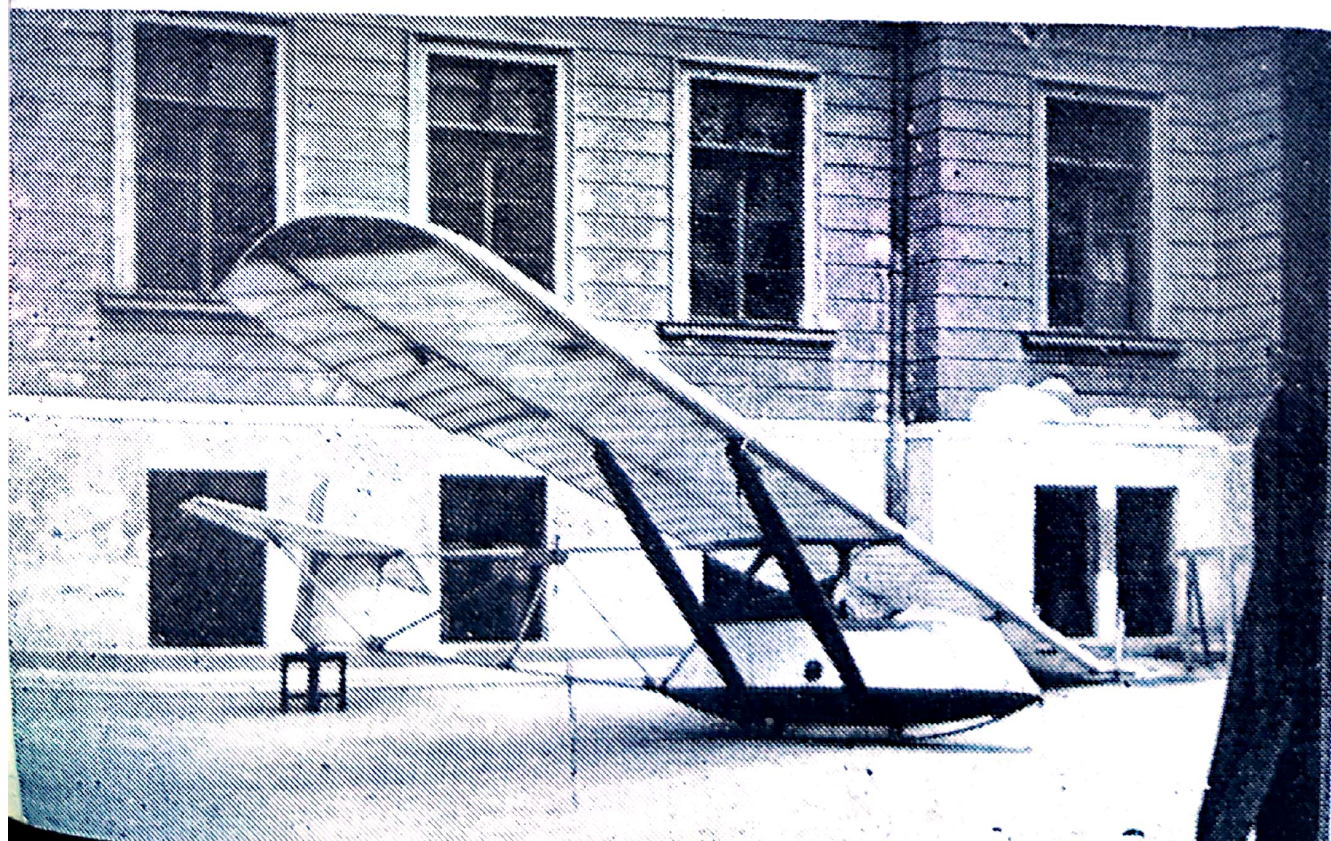
Zborul lui Otto Lilienthal cu planorul lui biplan în anul 1896





Primul cerc de aeromodelism din Cluj înființat la Liceul Brassai Sámuel în anul 1934 condus de prof. de educație fizică Lörinczy Zoltán (de la dreapta la stînga al treilea în rîndul de jos), care în anul 1935 împreună cu ing. Hye și cu alții a înființat cercul planoriștilor din Cluj.

Planorul „Hol's der Teufel” construit de către membrii primului cerc de zbor fără motor din Cluj, în anii 1935—37





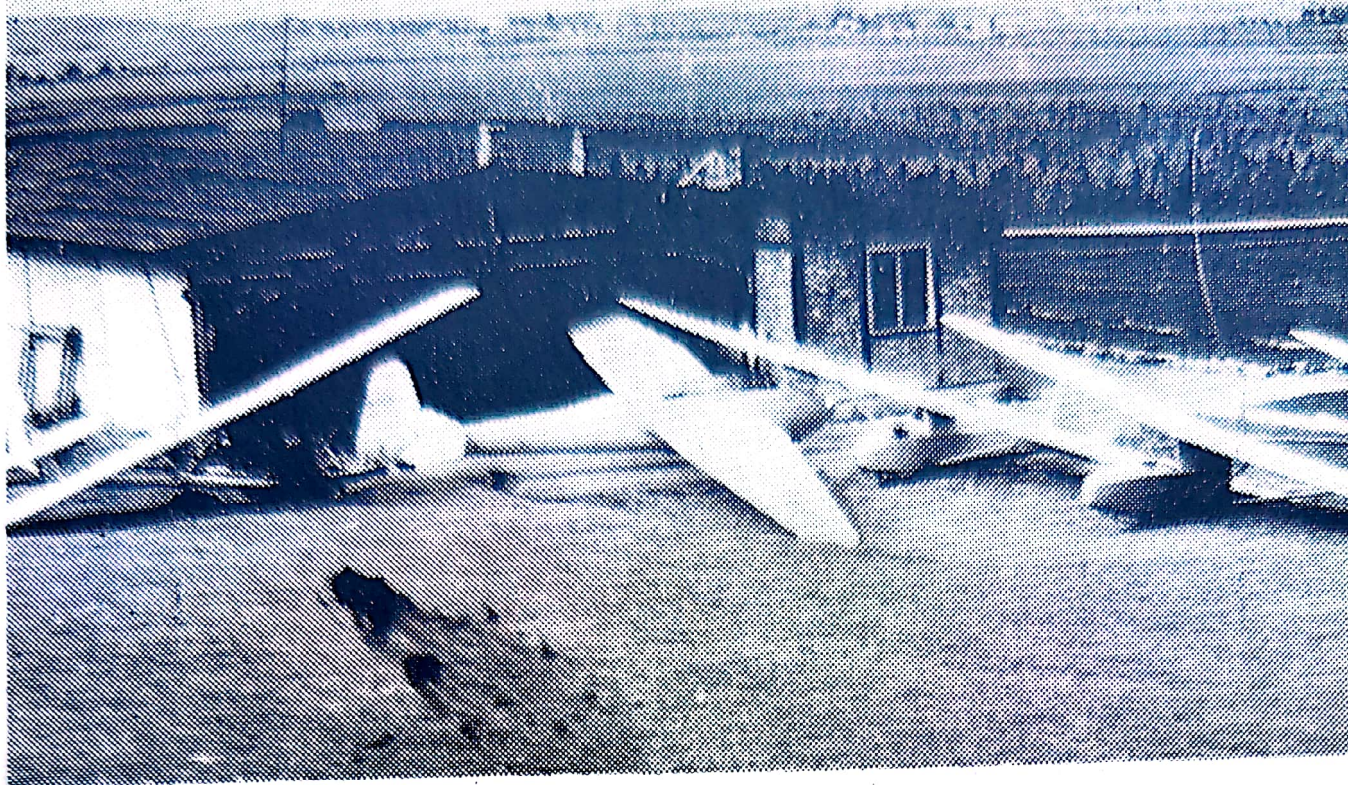
Primul zbor al planorului „Hol's der Teufel“ pe dealul din Gîrbău, de lângă Florești, la 23 ianuarie 1938.

Unii dintre realizatorii primului planor construit la Cluj. De la stînga spre dreapta: Szöcs Francisc, Tarcsafalvi Iuliu, Nagy Aladár, Lörinczi Zoltán, președintele cercului, ing. Hye Gheorghe, instructor (primul care a zburat cu planorul) Páter Gusztáv, Bartha Béla, Beredeczky Ștefan, Ilyés Sándor, și Xántus János.





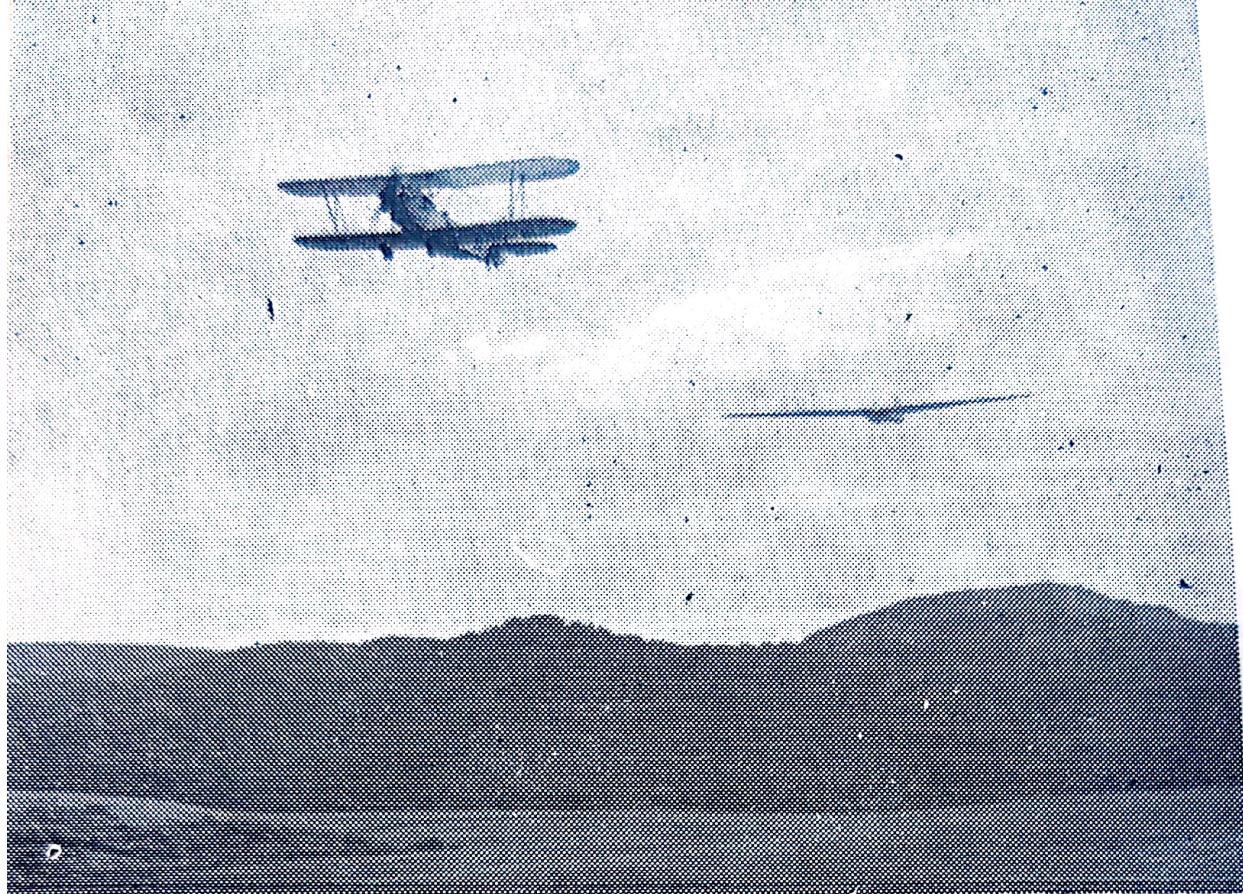
Inginerul Hye Gheorghe, instructor de zbor fără motor, după primul zbor cu planorul „Hol's der Teufel“ (Să-l ia dracul!).



Școala de zbor fără motor de la Dezmir în anul 1946, toamna.

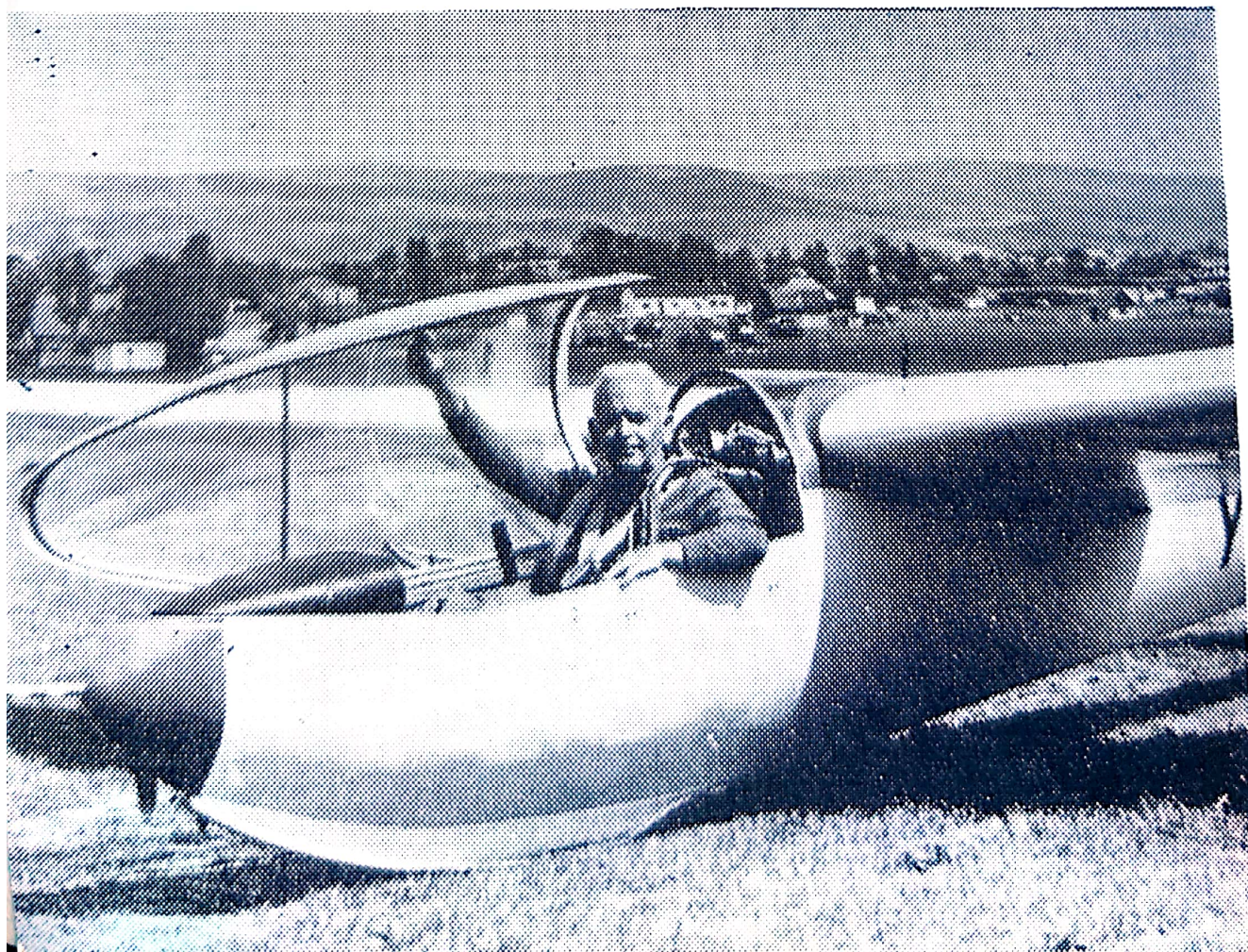
Lansarea cu sandoul a unui planor de performanță tip „Weihe“,
în anul 1950, la Dezmir.

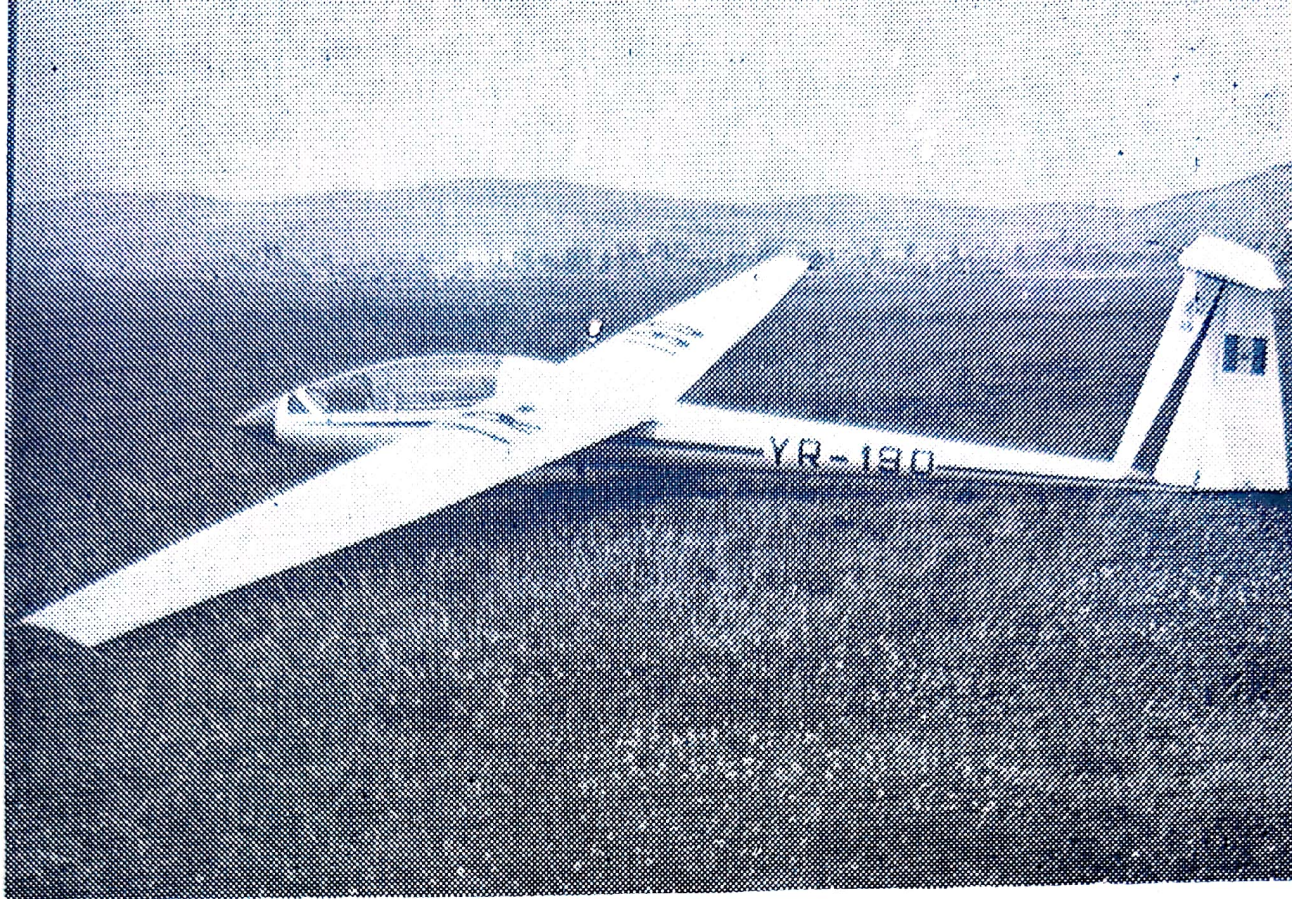




Remorcaj cu avionul.

Autorul acestei cărți înainte de decolare cu un planor românesc I.S.-4a la aerodromul de la Dezmir, în anul 1966.

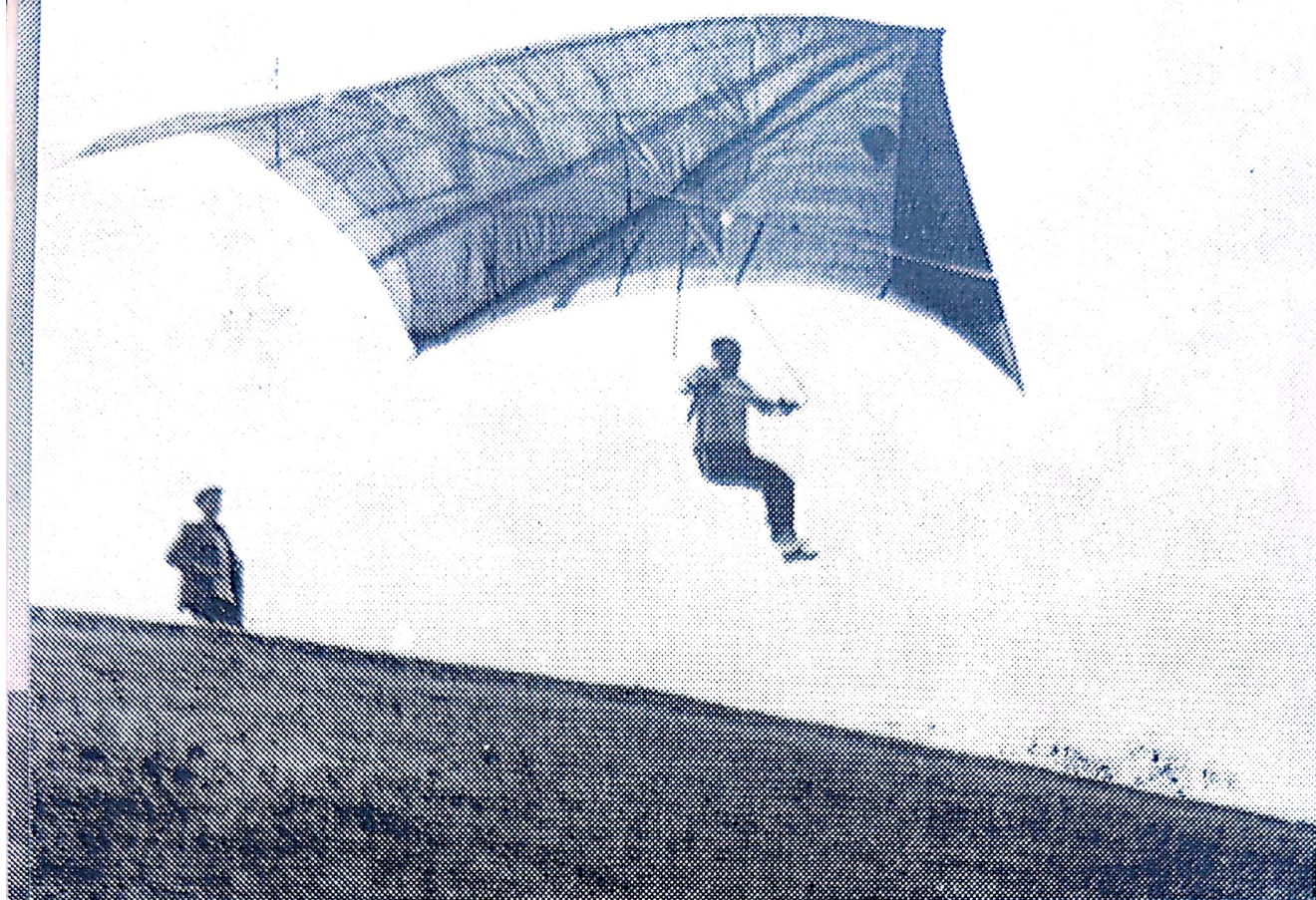




Planorul românesc de mare performanță I.S.-29d (de construcție metalică).

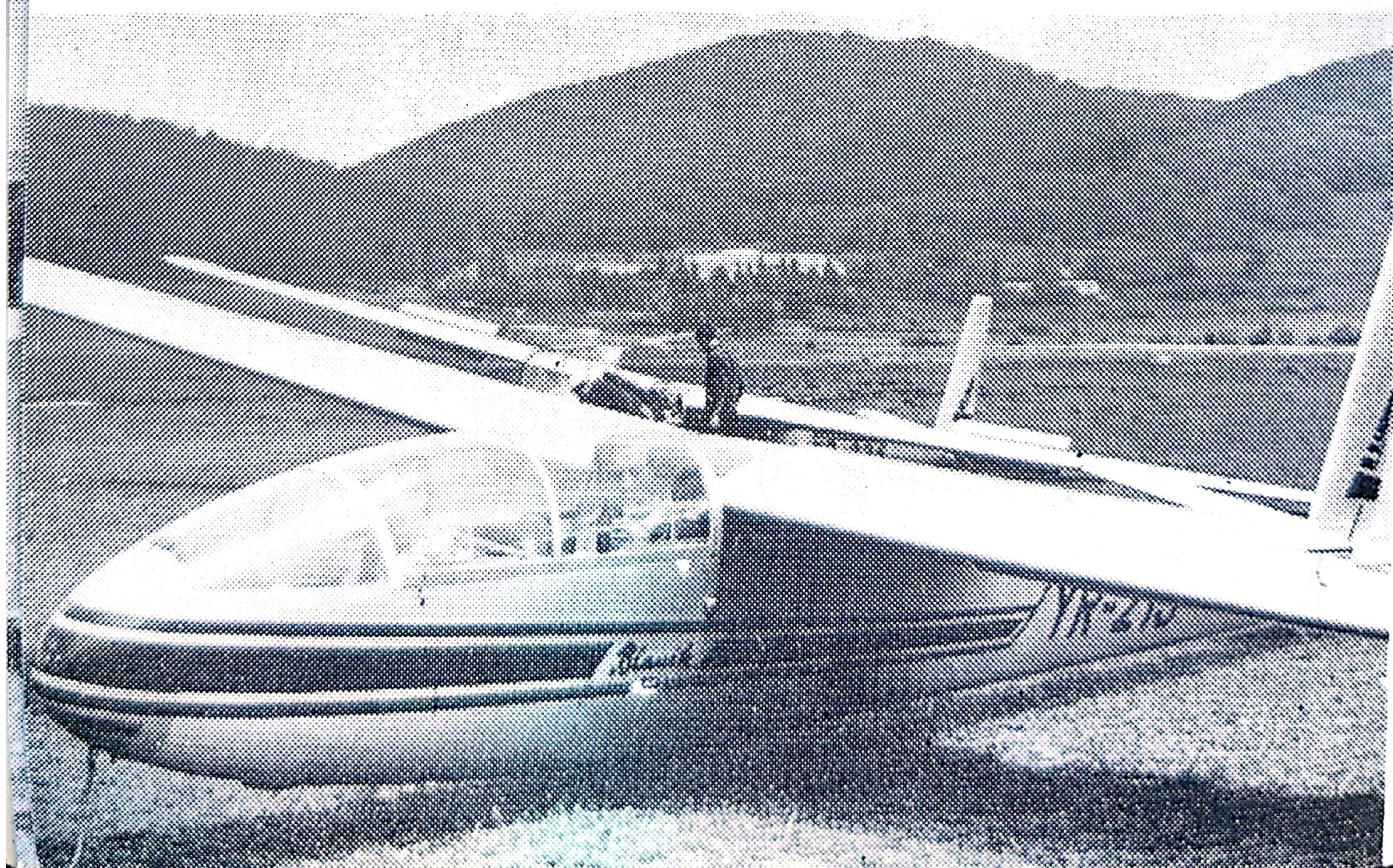
Un grup al pionierilor zborului fără motor din țara noastră la o întâlnire la Brașov în anul 1974. De la stînga la dreapta: Mihae Alexandru, Cîdea Nicolae, Crăcăoanu Ioan, Bartha Béla, Atanasiu Constantin, Valentin Popescu, și Crăiniceanu Petru.





Primul zbor cu aripa zburătoare (Rogallo) efectuat de Kiss Árpád, lângă Cluj-Napoca în ziua de 28 septembrie 1977.

Planor biloc (de construcție metalică) tip „BLANIK” la școala de zbor fără motor de la Sîmpetru — Brașov.



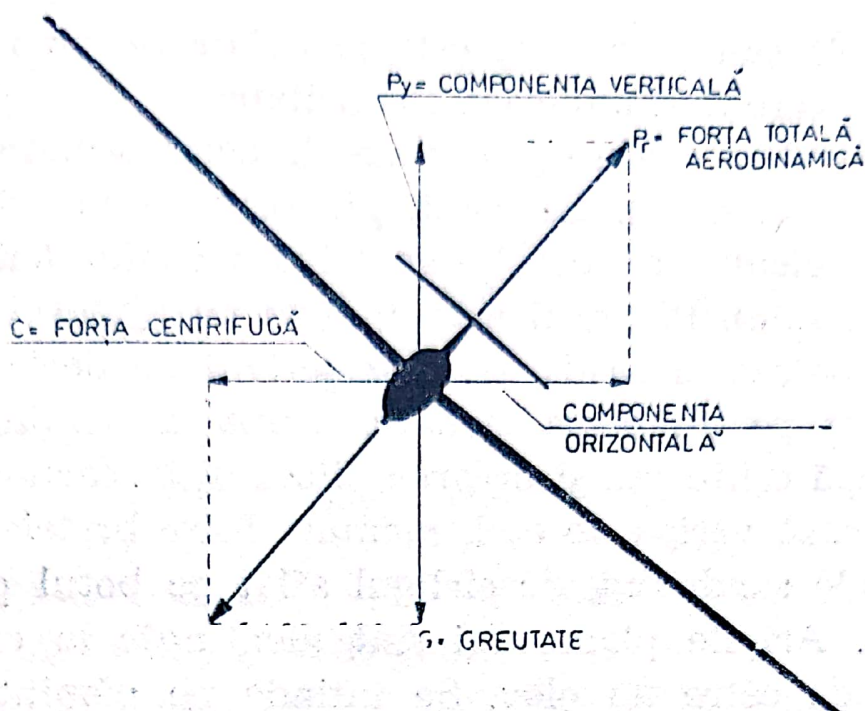


Fig. 37. În viraj corect, forțele care acționează asupra planorului sînt în echilibru dinamic.

LANSAREA PLANOARELOR

Sandoul

Lansarea cu sandoul se poate utiliza numai în zone de dealuri. Prin această metodă de lansare, planoarele nu cîștigă înălțime, ci li se imprimă doar viteza necesară zborului, datorită energiei acumulate de sandou prin întinderea lui.

Brațele elastice ale sandoului au o lungime de cca 20 m și sînt prevăzute la capete cu funii de cînepă, pentru o priză mai bună la mîină. Partea elastică este confecționată dintr-o funie de cauciuc, compusă din cca 500 fire cu diametrul de 1 mm, cu secțiunea

rotundă sau pătrată și este protejată de un înveliș textil, care nu-i anulează elasticitatea.

Să vedem cum se procedează la această metodă de lansare, (fig. 38). Se așază planorul pe un vîrf de deal, orientat cu botul împotriva vîntului (cu vîntul în față). Planorul este ancorat cu ajutorul verigii montate la coadă, de dispozitivul de declanșare, montat pe un țăruș metalic, înfipt în pămînt.

După echiparea și urcarea pilotului în carlingă, se clanșează veriga de oțel, montată între brațele elastice ale sandoului, de cîrligul aflat pe botul planorului. Aripile planorului sînt menținute la orizontală, de către un elev. Se întinde pe pămînt sandoul în așa fel încît între capetele libere ale brațelor lui să fie o distanță de 10—12 m.

Numărul de elevi piloți care vor întinde funia este stabilit de către instructorul de zbor, în funcție de tipul și greutatea planorului, condițiile de teren și tăria vîntului.

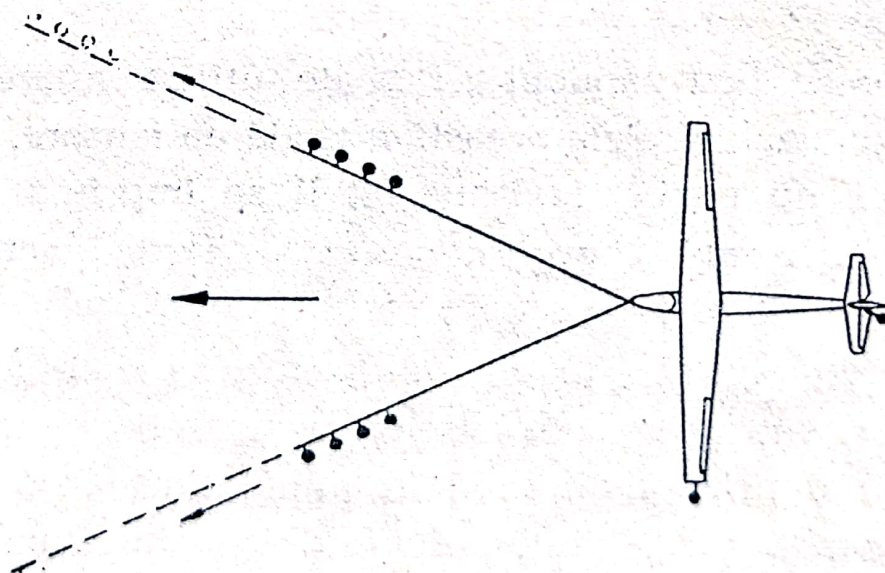


Fig. 38. Lansarea planoarelor cu sandoul

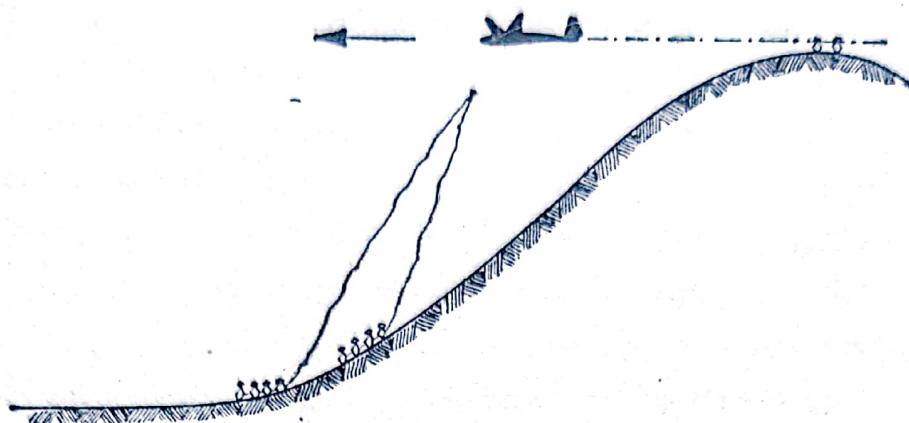


Fig. 39. Startul corect la sandou

Comanda „înainte gata, la spate gata“ este dată când planorul e gata de zbor.

La comanda „Trage“ servanții de la sandou pornesc, cu pași hotărâți, trăgînd de sandou.

La comanda „Fuga“ servanții sandoului vor alerga cu viteza maximă posibilă întinzînd la maximum brațele sandoului.

Cînd sandoul este suficient de întins, la comanda instructorului de zbor „Drumul“, servantul de la coada planorului acționează asupra declanșatorului eliberînd planorul, care prin energia cumulată în urma întinderii, va învinge frecarea și inerția planorului imprimîndu-i o viteză inițială necesară zborului (fig. 39).

Remorcajul la automosor

În zonele de șes unde nu este posibilă utilizarea lansării cu sandoul, din cauza lipsei dealurilor, o componentă importantă și nelipsită a procesului de instrucție în zbor o constituie lansarea planoarelor prin remorcaj de automosor (fig. 40).

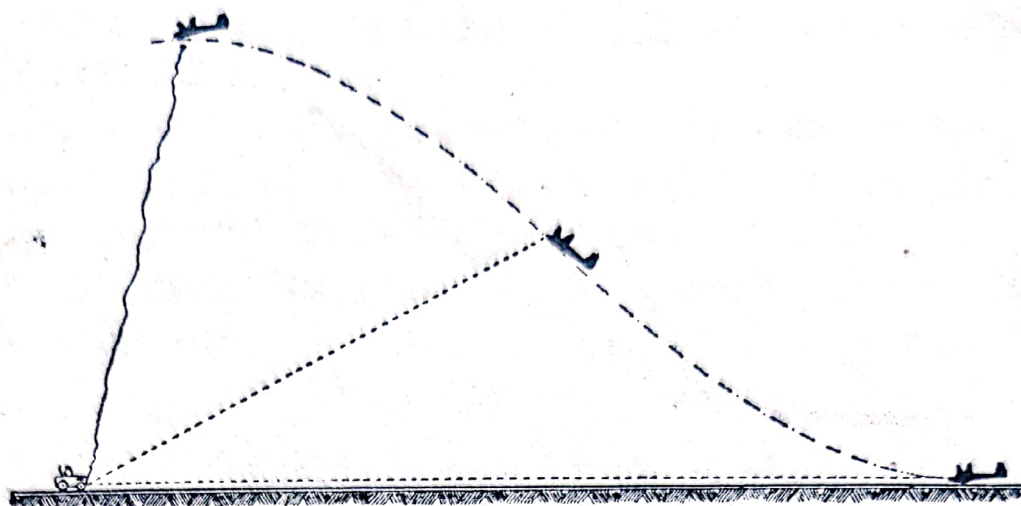


Fig. 40. Remorcajul la automosor

Această metodă de lansare asigură planorului pe lângă viteza necesară zborului și un câștig de înălțime de cca 200—600 m, înălțime suficientă desfășurării zborului de instrucție.

Pentru realizarea acestei lansări este nevoie de un agregat dotat cu un motor puternic (90—160 CP) și un dispozitiv de rulat (înfășurat) cablul sau cablurile de remorcaj.

Aceste cabluri sînt confecționate din lițe de oțel, foarte flexibile, cu un diametru total de 3,5—4 mm și o lungime de 1000—1500 m. Unul din capetele cablului este prins de tamburul dispozitivului de înfășurare, iar celălalt capăt, liber, este prevăzut cu verigi care se clanșează în declanșatorul din botul planorului.

Prin înfășurarea cablului pe tamburul acționat de organul motor al automosorului se imprimă planorului o viteză de cca 80—90 km/h: viteză superioară vitezei normale de zbor a planorului.

Excesul de viteză este transformat de pilot în înălțime, prin acționarea manșei spre înapoi. Când s-a ajuns la o înălțime suficientă executării temei de zbor, pilotul declanșează cablul de tracțiune continuându-și liber zborul, conform temei de zbor.

Întrucât automosorul este amplasat la cca 1000—1500 m de locul de start, comenzile și semnalele aferente se transmit prin fanioane de semnalizare, telefon de campanie sau stații radio emisie-recepție. Pentru asigurarea remorcajelor, automosorul este prevăzut cu un dispozitiv de tăiere a cablului, care poate funcționa în oricare moment al remorcajului.

Remorcajul la avion

Față de celelalte metode de lansare, remorcajul la avion are avantaje considerabile și anume înălțimea și locul de declanșare nemaifiind condiționate de lungimea cablului și de poziția locului de lansare, planorul putînd fi remorcat la orice înălțime și oriunde pentru a găsi curenții ascendenți, care formează factorul de bază în planorismul de performanță (fig. 41).

De asemenea în timpul zborurilor de distanță, readucerea planoarelor la bază prin remorcaj de către avion este mult mai eficace decît readucerea, demontate, pe dubele de transport speciale, întrucît durează mult mai puțin și evită solicitările mecanice aferente transportului rutier și a montării și demontării.

În remorcajul la avion, viteza de zbor este mult mai mare decît în zborul normal, datorită vitezei

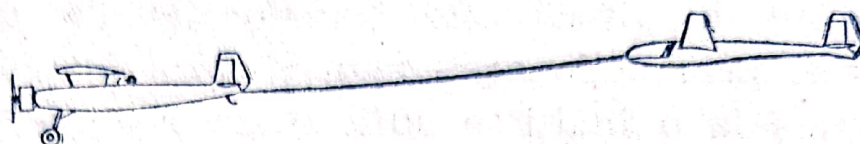


Fig. 41. Remorcajul la avion

mari a avionului remorcher, în consecință pentru pilotarea planorului vor fi necesare comenzi mult mai mici, întrucât la aceste viteze planorul răspunde mult mai prompt la comenzi, maniabilitatea fiind direct proporțională cu viteza de zbor. Deci un alt avantaj al remorcajului la avion este faptul că-i obligă pe elevii piloți la pilotarea planorului cu comenzi mici și fine, determinînd perfecționarea tehnicii de pilotaj a acestora.

Pentru remorcaje se utilizează avioane mici, cu încărcătură mică pe unitatea de suprafață-aripi, cu viteze de zbor reduse, deci capabile la viteze de urcare mari. Întrucât viteza în remorcaj este de 90—120 km/h avioanele remorcher trebuie să fie ușor manevrabile și la aceste viteze, care dealtfel sînt viteze mici pentru avioane.

Mai demult, pentru această metodă de lansare se utilizau cabluri de remorcaj din oțel, cu diametrul de 4—5 mm și o lungime de 30—50 m. Mai nou acestea au fost înlocuite cu cabluri de relon cu dia-

metrul de 10 mm, mult mai avantajoase datorită elasticității care amortizează șocurile datorate smuciturilor și turbulenței aerului atmosferic.

În atmosferă liniștită tensiunea cablului de remorcaj este de 10—20 kg, dar în atmosferă agitată poate să ajungă la valori de 160 kg.

Cablul de remorcaj, lung de 25—100 m, este prevăzut la ambele capete cu verigi de clanșare, atât pentru declanșatorul aflat în coada avionului cât și pentru declanșatorul planorului.

Ambele declanșatoare se manevrează atât din carlinga planorului cât și a avionului.

CUM SE TRANSFORMĂ ZBORUL PLANAT ÎN ZBOR PLUTIT?

După cum am văzut, planorul zboară încontinuu pe o pantă de coborîre, deci zboară cu pierdere de înălțime, asigurîndu-și viteza de înaintare prin transformarea energiei de poziție (înălțime) în energie de mișcare (viteză). Fiecărei viteze de zbor îi corespunde o viteză de înfundare, cum am văzut în capitolele precedente.

Dacă planorul intră într-un curent ascendent cu viteza de urcare mai mare decît viteza de înfundare a planorului aceste viteze se adună algebric, și planorul va urca cîștigînd înălțime față de sol, cu toate că față de masa de aer el coboară, cu unghiul de planare respectiv (fig. 42).

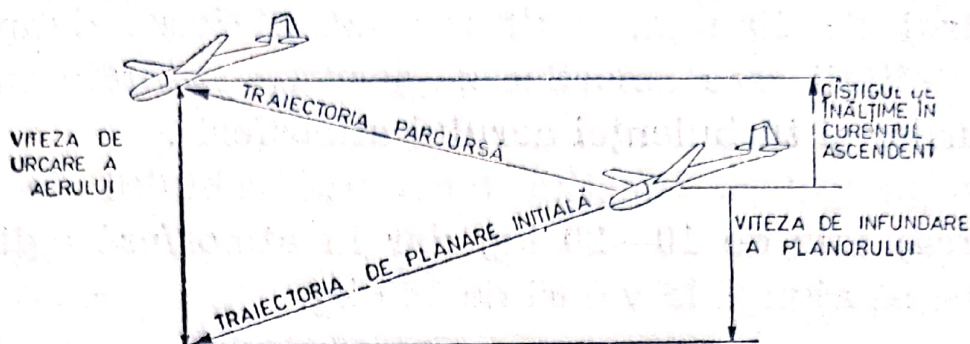


Fig. 42. Cum se transformă zborul planat în zbor plutit? Viteza de urcare a aerului fiind mai mare ca viteza de înfundare a planorului, planorul câștigă înălțime față de sol.

Deci zborul de performanță cu planorul este o succesiune de urcări în mase de aer ascendente, urmate de zboruri planate pentru parcurgerea de distanțe.

Marea artă a planoristului constă în detectarea și utilizarea la maximum a energiei curenților ascendenți pentru a câștiga cât mai mult în înălțime, care apoi să fie transformată prin zbor planat în distanță — în funcție de scopul zborului executat.

ZBORUL PLUTIT ÎN CURENȚI DE PANTĂ

Dintre curenții ascendenți atmosferici primii utilizați în zborul fără motor au fost curenții ascendenți dinamici, sau curenți de pantă. Dinamica acestui fenomen meteorologic este foarte simplă. Vântul, sau cum mai spunem masa de aer în mișcare, întâlnind un obstacol (pantă de deal sau munte) este

obligat să urce de-a lungul pantei, formîndu-se astfel un curent ascendent, a cărui intensitate este direct proporțională cu viteza vîntului (fig. 43).

Valoarea acestui curent ascendent depinde pe lîngă viteza vîntului și de înălțimea obstacolului, suprastructura solului-pantei (vegetație-denivelări) precum și de înclinarea pantei.

În zonele geografice unde din suprafețe plane, întinse, se ridică brusc pante de deal cu coama continuă și pante constante găsim cei mai puternici curenți de pantă, deci cele mai propice condiții de zbor cu planorul.

Planoristul găsește și folosește curenți ascendenți de pantă, în fața dealului, pe pantele bătute de vînt, cît mai perpendicular, executînd „opturi” în fața pantei (fig. 44). El caută porțiunile pantei unde ascendența este maximă și caută să se mențină în ea.

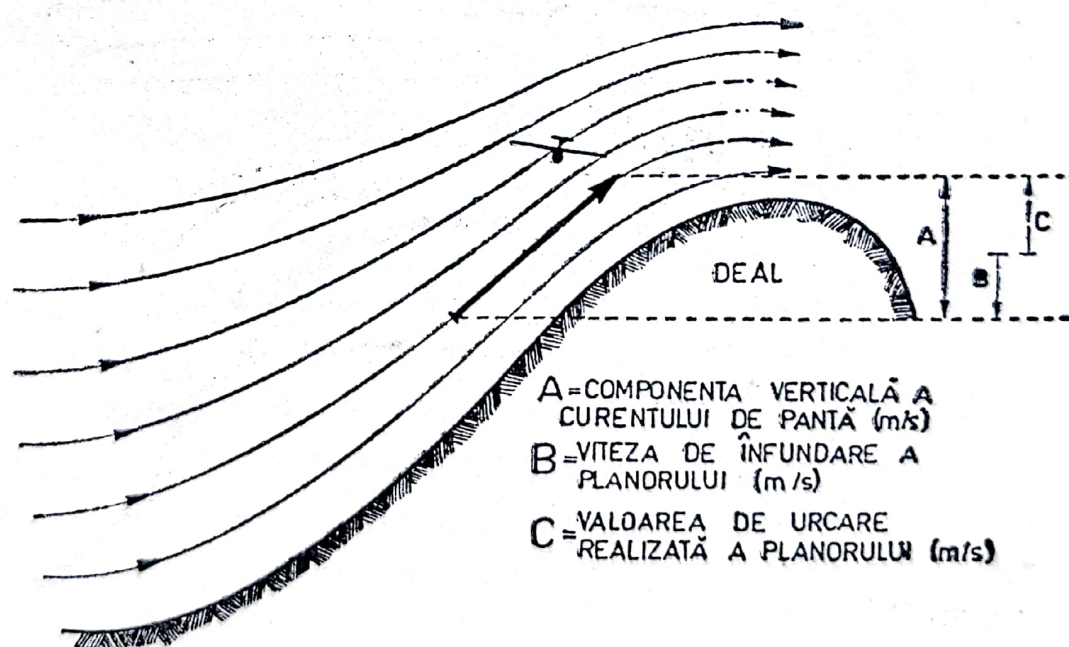


Fig. 43. Curentul ascendent dinamic, de pantă.

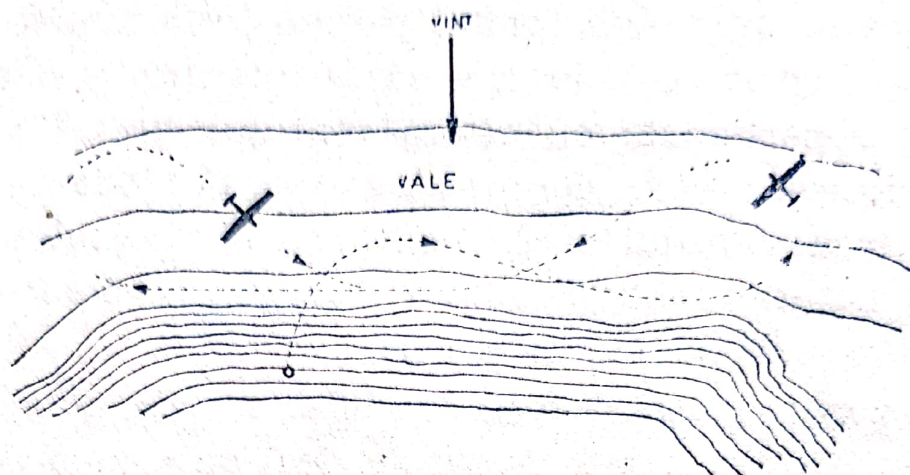


Fig. 44. Tehnica zborului în curenți de pantă

Cîștigul de înălțime realizat în curenți de pantă, pe lângă tăria curentului, depinde și de performanțele planorului (viteza de înfundare) și de pregătirea pilotului (fig. 45).

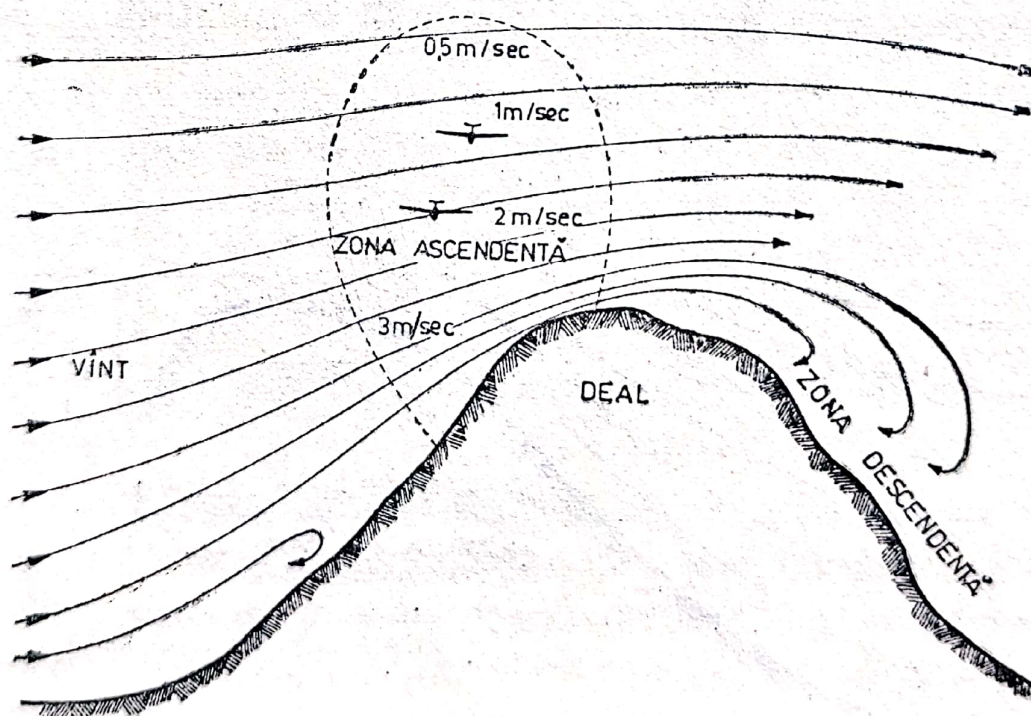


Fig. 45. Repartizarea ascendenței în curentul de pantă.

În funcție de caracteristicile pantei, un vînt de 6—12 m/s, cu direcția perpendiculară pe linia pantei, îl putem considera suficient zborului plutit de pantă.

În curenți ascendenți de pantă s-au obținut primele zboruri de durată și cu toate că nu este singurul tip de curenț ascendent cunoscut totuși rămîne cel mai utilizat pentru realizarea zborurilor de durată (adică cîștigul de înălțime clasică).

ZBORUL PLUTIT ÎN CURENȚI ASCENDENȚI TERMICI

Total diferiți ca structură și formare sînt curenții ascendenți termici, curenți care iau naștere în zilele calme sau cu vînt moderat și însorite, curenți pe care îi numim uzual — „termici” sau cămine termice.

Pentru planoriști, termica este curențul ascendent cel mai propice, permițînd executarea zborurilor de durată, de înălțime și mai ales de distanță.

Formarea termicilor sau bulelor termice, cum le mai numim, este generată de neomogenitatea din punct de vedere termic a suprafeței solului, fapt care generează încălzirea inegală a diferitelor suprafețe. Neomogenitatea termică constă în căldura specific diferită a materialelor și vegetației care formează suprastructura solului. Astfel lanurile de grîu copt, stîncile, nisipul plajelor se încălzesc (ziua) mai tare decît suprafețele de apă sau împădurite.

Întrucît aerul atmosferic este rău conducător de căldură el nu se încălzește direct de la soare, ci, indirect, prin intermediul solului, astfel că deasupra suprafețelor mai calde aerul atmosferic se va încălzi mai tare și mai repede, devenind mai ușor decît aerul înconjurător (fig. 46), care împiedică urcarea aerului mai cald. Dar la un moment dat, datorită supraîncălzirii echilibrul se strică, aerul cald (bula termică) își croiește drum în înălțime formînd astfel un cămin termic.

În acest cămin termic aerul urcă asemănător gaze-
lor dintr-un coș de fum, iar viteza de urcare atinge
de multe ori valori de 4—8 m/s.

În baza celor de mai sus, dacă o masă de aer din
imediată vecinătate a solului se încălzește de la 20°
la 22°C, ea devine mai puțin densă, deci mai ușoară
și va porni în sus (ea se va răci adiabatic, adică
1°/100 m). Urcarea aerului durează pînă cînd tem-
peratura lui ajunge să fie egală cu temperatura ae-
rului înconjurător. La înălțimea respectivă densita-

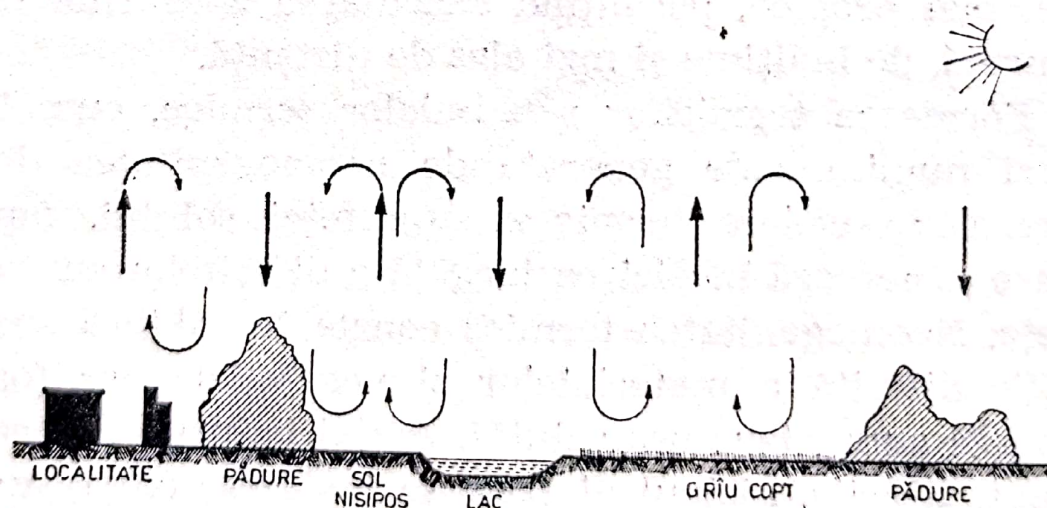


Fig. 46. Formarea curentului ascendent termic.

tea lui devine egală cu densitatea aerului înconjurător, deci forța care a generat urcarea dispare, masa de aer nemaiputînd urca. Perioadele propice dezvoltării căminelor termice sînt condiționate de stările de echilibru termic indiferent și instabil (labil), adică gradientul termic vertical (valoarea scăderii de temperatură pe unitatea de înălțime) este egală sau respectiv mai mare decît 1° pe 100 m.

TACTICA ZBORULUI TERMIC

Planoristul folosește la maximum energia acestor curenți termici verticali, detectîndu-i și zburînd cît mai mult timp în ei, pe o traiectorie în formă de spirală.

La prima vedere acest lucru este foarte simplu, dar dacă ne gîndim la faptul că aceste cămine termice sînt invizibile, deci pilotul nu poate ști unde intră sau iese din ele, lucrurile se complică. Utilizarea corectă a căminelor termice se face zburînd în spirală, întrucît aceste cămine au în general o secțiune circulară și un diametru relativ îngust. În zborul termic atenția pilotului planorist este concentrată asupra detectării drumurilor ascunse ale oceanului aerian.

Nu trebuie să uităm faptul că planorul execută întotdeauna zborul în pantă de coborîre, chiar dacă față de sol el cîștigă înălțime. Deci planorul aflat în bula termică este antrenat în sus, dar, totuși, el față de masa de aer coboară pînă cînd iese în partea de

jos a bulei termice, deci ascendența se termină (fig. 47). Pilotul planorist ca să-și poată continua zborul, va trebui să caute un alt cămin termic, ca, spirălînd în el, să cîștige înălțime, însă pînă cînd descoperă noul cămin pierde încontinuu din înălțime, cu atît mai mult cu cît între ascendențe aerul mai rece de la înălțime coboară ca să ia locul aerului cald care urcă în căminele termice, deci formează zone de descendență, care de obicei au valori mai mari decît ascendențele.

Deseori, dacă valoarea căminului termic este în jur de 2—3 m/s, valoarea descendențelor ajunge la 4—6 m/s. Aceste descendențe trebuie să se străbătute, pe cît posibil cu vîntul în spate, în timpul cît mai scurt și cu viteza optimă (deci înfundare minimă) pentru a se pierde cît mai puțină înălțime.

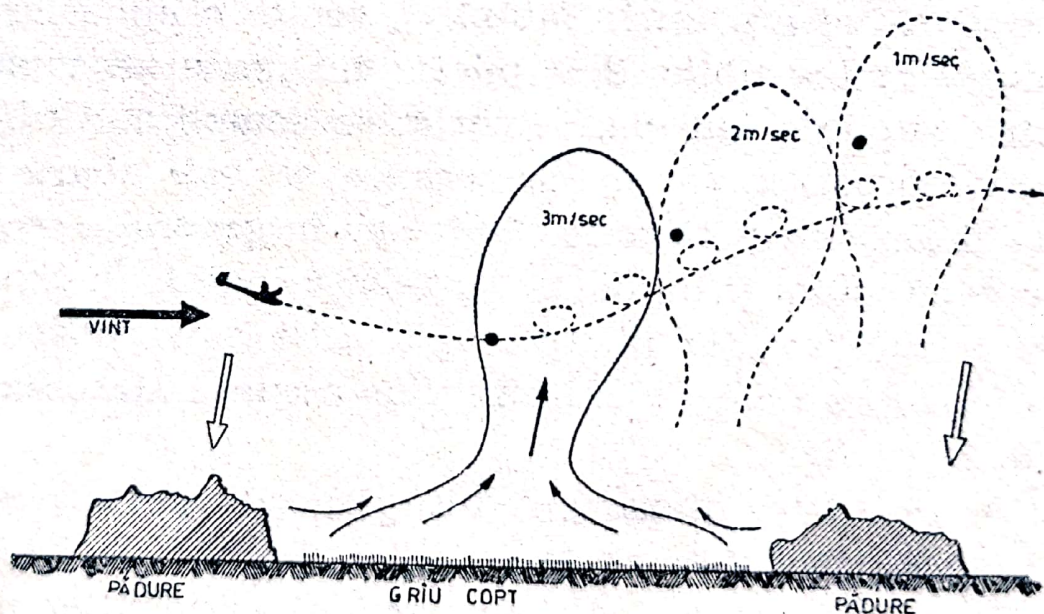


Fig. 47. Căminul termic antrenează planorul în înălțime, dar acesta se apropie încontinuu de partea inferioară a bulei termice.

Dar să urmărim mai departe, drumul bulei termice, părăsite de către planorist. Datorită urcării, în consecință a scăderii de presiune, bula termică se destinde, deci suferă o detentă, în urma căreia, temperatura lui scade, deci și capacitatea lui de a menține apă în stare de vapori scade, umezeala relativă a aerului crește. În urma acestui fapt, vaporii de apă se condensează, formînd nori de o formă specifică numiți norii cumulus.

În zilele însorite, căminele termice sînt încoronate de cîte un astfel de nor, de un alb strălucitor, în formă de pămătuf.

Dar odată cu condensarea vaporilor de apă se produce o degajare de căldură și anume căldura latentă de evaporare (cunoaștem fenomenul din fizică), degajare care face să crească brusc temperatura masei de aer în urcare, majorînd diferența de temperatură dintre bula de aer și aerul înconjurător generînd accelerarea mișcării de urcare.

Cu un planor dotat cu echipamentul necesar zborului fără vizibilitate și cu un antrenament suficient din partea pilotului se poate utiliza ascendența din interiorul norilor, ascendență care în zona noastră atinge valori de 5—10 m/s (fig. 48).

După cum am văzut, zborul de distanță cu planorul se efectuează prin spiralări în cămine termice pentru cîștig de înălțime, după care se pleacă pe traiectul de urmat în căutarea altui cămin în care să se recîștige înălțimea pierdută în timpul saltului, repetînd aceste manevre pînă la sosirea la țel.

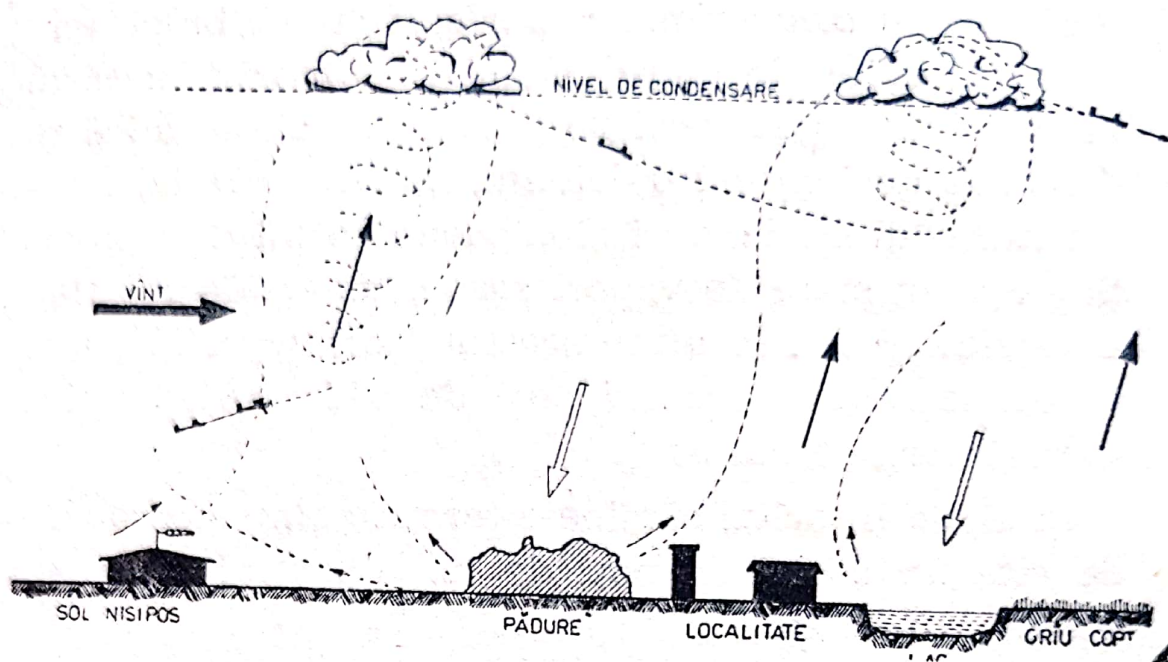


Fig. 48. Saltul de la un nor cumulus la altul.

Sarcina planoristului este mult îngreunată atunci când aerul atmosferic este foarte uscat, pentru că nu se formează norii cumulus în partea superioară a căminelor termice, deci termica este invizibilă, în termeni de specialitate termică uscată, dar cu o pregătire și un antrenament corespunzător se pot găsi căminele ascendente pe drumurile invizibile ale oceanului aerian.

ZBORUL PLUTIT ÎN FRONTURILE DE FURTUNĂ

Ascendențele frontale oferă de asemenea posibilități multiple piloților planoriști.

Dar mai întâi să vedem ce sînt aceste ascendențe frontale, aceste fronturi de furtună.

De exemplu, dacă vara deasupra continentului aerul se încălzește, aerul rece de deasupra oceanelor pătrunde pe uscat, pe lățimi de sute de kilometri, intrînd ca o pană sub aerul cald, care este mai ușor, obligîndu-l pe acesta să urce. Acest fenomen poartă denumirea de *front de furtună*, iar ascendența din fața lui, *ascendența frontală*. Ascendența frontală este asemănătoare cu curenții ascendenți dinamici, dar cu o anvergură mult mai mare, panta dealului fiind înlocuită de masa de aer rece, care are o viteză de deplasare însemnată (fig. 49).

Planoristul trebuie să fie foarte atent ca să evolueze numai în fața frontului, în zona lui ascendentă, întrucît această zonă este urmată imediat de o zonă foarte turbulentă.

Viteza de deplasare a fronturilor de furtună variază între 40—100 km/h, asta însemnînd că planorul

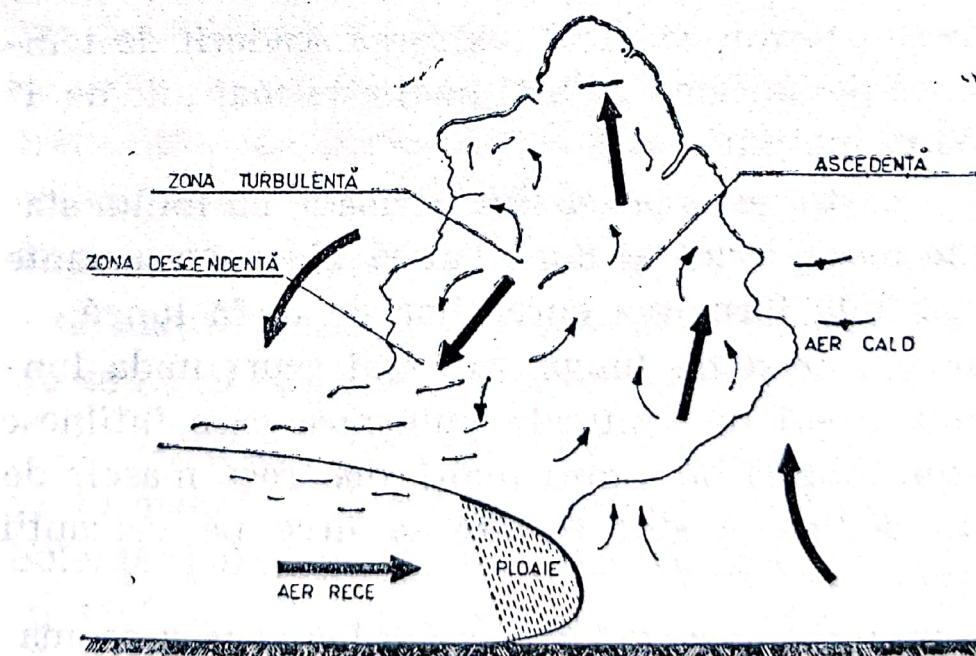


Fig. 49. Zborul plutit în curentul ascendent frontal.

patrulînd în fața lor parcurge distanțe mari. Piloții suficient antrenați în zborul fără vizibilitate și cu plane adevărate au reușit de nenumărate ori să intre în aceste fronturi și în mijlocul descărcărilor electrice, a tunetelor și amestecului de grindină și ploaie și au furnizat date importante meteorologilor, privind dinamica acestor fenomene.

ZBORUL PLUTIT ÎN CURENȚII DE UNDĂ LUNGĂ

Primăvara și toamna tîrziu cînd vînturile sînt constante ca direcție și intensitate se pot forma curenți de undă lungă, propice zborului de înălțime cu planorul.

Curentul de undă lungă, se formează cînd echilibrul termic al aerului atmosferic este stabil, adică gradientul termic vertical (valoarea scăderii de temperatură pe unitatea de înălțime) este mai mic de 1° pe 100 m înălțime.

Toamna tîrzie și iarna sînt perioade cu multă stabilitate atmosferică și dacă bat și vînturi constante este posibilă formarea curenților de undă lungă.

Curenții de undă lungă, sau mai scurt unda lungă, sînt creați de vînturile puternice care întîlnesc în drum lanțuri de munți înalți, deoarece masele de aer în deplasare sînt forțate să urce pe versanții munților.

La partea superioară a versanților scurgerea maselor de aer este obligată să-și îngusteze secțiunea,

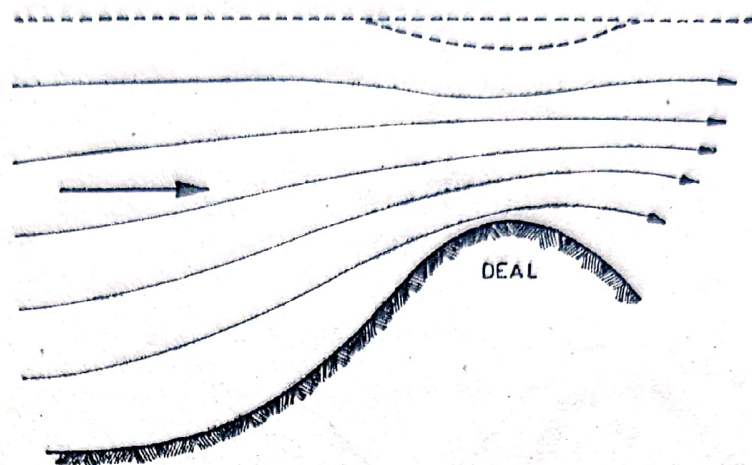


Fig. 50. Formarea curentului de undă lungă.

fapt în urma căruia viteza de deplasare crește. În baza legii lui Bernoulli creșterea vitezei determină scăderea substanțială a presiunii statice. Depresiunea formată determină coborîrea păturilor de aer aflate deasupra (fig. 50).

Trecînd de vîrful versanților, masele de aer revin la secțiunea de scurgere inițială, dar mișcarea de coborîre a păturilor superioare, odată pornită, se transformă pe partea opusă vîntului, într-o mișcare ondulatorie, caracterizată prin strangularea și lărgirea continuă a maselor de aer în deplasare.

Oscilațiile rămîn staționare față de sol, deplasîndu-se numai masele de aer ce îl formează.

Pe versantul opus vîntului, în apropierea solului se formează nori rotorii, caracterizați printr-o turbulență puternică și modificarea direcției vîntului cu 180° , iar deasupra rotorului se situează zona ascendentă a undei (fig. 51).

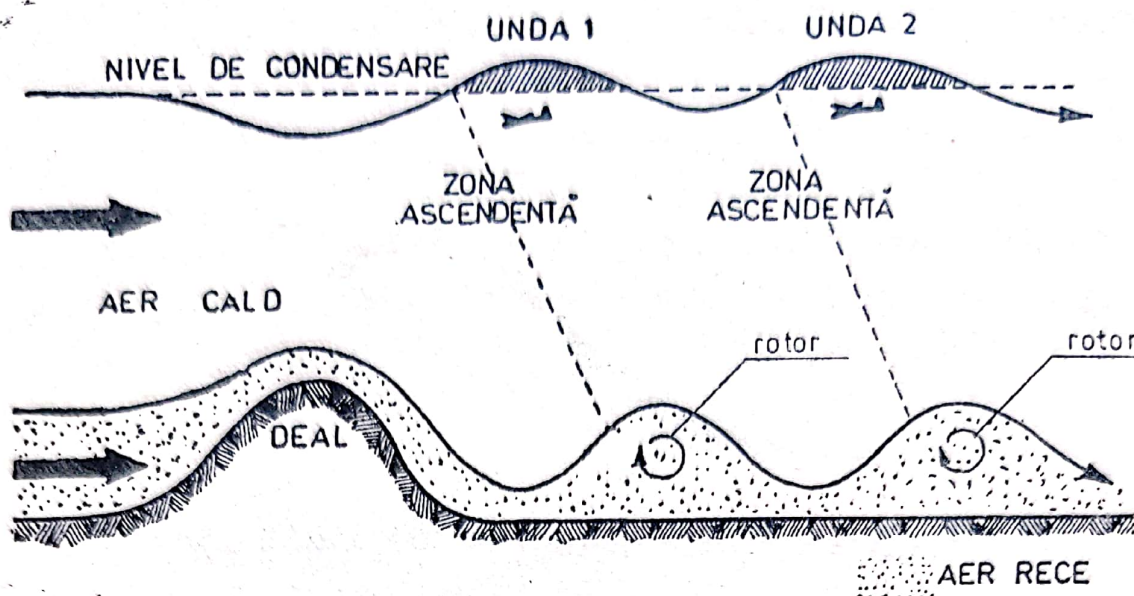


Fig. 51. După obstacol, aerul în mișcare, prezintă unde consecutive, staționare, mișcându-se numai aerul care le formează.

Unda lungă poate să ajungă și ajunge la asemenea intensitate încât permite zborul cu planorul pînă la înălțimi foarte mari.

Valoarea oscilațiilor este în funcție de tăria vîntului și de înălțimea obstacolului terestru (înălțimea munților). Dacă viteza vîntului scade, scade și perioada oscilațiilor. La amplitudinea maximă a oscilațiilor se formează niște nori specifici, numiți lenticulari, de forma unor lentile, după cum reiese și din denumire.

Acești nori lenticulari se formează prin condensarea vaporilor de apă din masa de aer care urcă. De aceea acești nori se formează continuu pe partea suflată de vînt și se destramă pe partea opusă, dar față de sol ei sînt staționari.

Înălțimea norilor de undă (*cumulus lenticularis*) poate fi cuprinsă între 10.000 și 15.000 m (fig. 52),

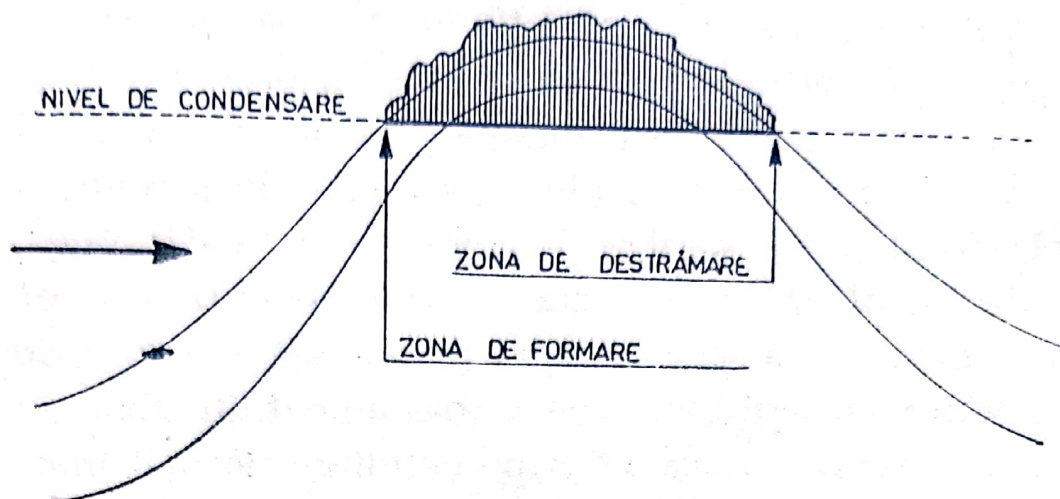


Fig. 52. La amplitudinea maximă a undei, se formează nori specifici acestui fenomen — nori de undă (cumulus lenticularis).

iar fenomenul de undă lungă poate ajunge și la înălțimea de 20—24 mii metri.

Cea mai mare înălțime atinsă cu planorul în curenți de undă lungă a fost realizată de americanul Bickle, 14.102 m (deci zbor stratosferic), cu un planor cu cabina presurizată, zbor contînd și la ora actuală ca record mondial.

Dacă în lumina celor de mai sus ne gîndim la stratosferă și la calitățile ei, deducem posibilitățile enorme pe care le oferă acest strat atmosferic planorismului. În viitor realizarea distanțelor de ordinul miilor de kilometri și atingerea vitezelor medii de drum de 250—300 km nu vor fi o problemă, dacă o să ajungem să cunoaștem în asemenea măsură fenomenul de undă lungă așa cum cunoaștem de exemplu curentul termic și dinamica lui.

Folosirea ascendenței din undă se efectuează zburînd cu vîntul din față, în zona ascendentă a lui. Din cauza vîntului puternic viteza planorului față

de sol poate fi nulă, însă față de masa de aer în deplasare planorul zboară cu viteza lui optimă.

Un planorist de performanță, trebuie să cunoască foarte bine atât zborul plutit la pantă, la ascendențele frontale cât și zborul termic și în undă lungă.

Putem afirma că sîntem piloți planoriști de performanță, numai cînd reușim prin nivelul nostru de pregătire teoretică și prin antrenament în zbor să ridicăm acest frumos sport pe culmile cele mai înalte posibile.

IKARUȘII DE AZI

Cum reiese din această lucrare-ghid, planorismul nu este un sport simplu și ușor, el solicită din partea omului cunoștințe aviatice vaste, însă cel care și le-a însușit are satisfacții inegalabile.

De aceea, noi planoriștii respectăm zborul cu motor, însă zborul cu planorul trebuie iubit.

Azi, în epoca cosmonauticii, a zborurilor supersonice, a planoarelor de mare performanță, din bunăvoința iubitorilor zborului planat ne-am reîntors cu 80 de ani în urmă, de unde a început și Otto Lilienthal, la zborul planat cu zmeul (aripi Rogallo), a cărui greutate nu depășește 20 kg, iar suprafața lui 16—20 mp.

Construirea și utilizarea acestor aparate, s-a extins rapid în întreaga lume, ajungîndu-se ca în mai multe țări să se organizeze școli speciale unde să se învețe zborul cu aceste aripi zburătoare.

Și la noi în țară s-au organizat deja, sub patro-
najul F.A.R., în câteva centre, secții ale aripilor zbu-
rătoare, unde se construiesc aparatele Rogallo și se
învață arta zborului cu zmeul.

Recordurile excepționale în planorismul mondial,
la cat. D 1 monoloc (pînă la 31 dec. 1977).

Bărbați:	Distanța			
	liberă:	H. W.	1460,8 km	R.F.G.
		Gross		
	Dist.			
	țel fix:	H. W.	1231,1 km	„
		Gross		
Femei:	Dist. țel			
	fix și	Karl	1616 km	U.S.A.
	retur:	Striedieck		
	Înălțime			
	absolută:	P.F. Bilke	14.102 m	„
	Distanța			
	liberă:	A. Dan-	850 km	PL.
		kowska		
	Dist. țel			
	fix:	T. Zagai-	731,5 km	U.S.S.R.
		nova		
	Dist. țel			
	fix și	A. Dan-		
	retur:	kowska	672,2 km	PL.
	Înălțime	B. Wood-		
	absolută:	ward	12.190 m.	U.S.A.

In românește de LUTSCH ȘTEFAN
Instructor de zbor fără motor

CUPRINS

1. INTRODUCERE/5	
2. ISTORIA PLANORISMULUI/7	
Dezvoltarea planorismului/15	
3. BAZELE PLANORISMULUI/25	
Mai greu sau mai ușor ca aerul?/25	
Planorul/25	
Organele de simț ale planorului/30	
Despre aerul atmosferic/35	
Cum se poate măsura presiunea atmosferică?/39	
Mișcarea aerului atmosferic/42	
Tunelul aerodinamic/45	
Rezistența aerului/48	
Acțiunea fileurilor de aer asupra unei plăci ortogonale/49	
Corpul aerodinamic/50	
Compunerea și descompunerea forțelor — regula paralelogramului/51	
Aripa planorului/55	
O altă lege importantă a aerodinamicii/58	
Producerea forței de portanță/60	
Atracția gravitațională înlocuiește motorul/64	
Polara Lilienthal/66	
Forțele care acționează asupra planorului în zbor planat/71	
Încărcătura pe suprafață/73	
Centrul de greutate/73	
Pilotarea planorului/75	
Executarea virajelor/80	

Lansarea planoarelor/81

Sandoul/81

Remorcajul la automosor/83

Remorcajul la avion/85

Cum se transformă zborul planat în zbor plutit?/87

Zborul plutit în curenți de pantă/88

Zborul plutit în curenți ascendenți termici/91

Tactica zborului termic/93

Zborul plutit în fronturile de furtună/96

Zborul plutit în curenții de undă lungă/98

Ikarușii de azi/102

Lector: VIORICA MĂRII
Tehnoredactor: A. MOLNAR

Apărut: 1979 Bun de tipar: 10. 01. 1979
Comanda nr.: 1703 Coli tipar: 6,75+8 pag.
planşe. Hîrtie: velină de 80 g/mp.
Format: 50X80/16 Tiraj: 11.000+110 expl.
broşate

Tiparul executat sub comanda nr. 540/1978
la Întreprinderea Poligrafică Cluj,
Municipiul Cluj-Napoca
Str. Brassai 5—7
Republica Socialistă România





Lei 3,75

